

124396



ИТОГИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ПРОМЫШЛЕННЫЙ
ТРАНСПОРТ

ТОМ 10



ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

ИТОГИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

СЕРИЯ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

Том 10

Серия издается с 1966 г.



МОСКВА 1984

656
РНТБ Т. 124335
Мин. 124335
Главный редактор информационных изданий ВИНТИ
профессор А. И. Михайлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

информационных изданий по промышленному
транспорту

Главный редактор — заслуженный деятель науки и техники РСФСР,
профессор В. Т. Осипов

Члены редакционной коллегии: профессор В. М. Акулиничев,
профессор В. И. Дегтяренко, канд. техн. наук М. Н. Зашкин,
канд. техн. наук А. Я. Корчагина (участный секретарь редакционной коллегии),
канд. техн. наук Ю. А. Кофтанюк, канд. техн. наук Б. М. Логунов, Г. Н. Пахомов,
Н. Н. Попова, канд. техн. наук Д. С. Пляхин, канд. техн. наук О. П. Поляков,
канд. техн. наук С. М. Резер (зам. главного редактора), А. М. Соболев,
профессор А. А. Смирнов, канд. техн. наук Н. Д. Сазонов,
профессор О. А. Чельцовский

НЕПРЕРЫВНЫЙ ТРАНСПОРТ

*О.А. Поарков, канд. техн. наук*1. Основные направления развития и повышения эффективности использования непрерывного транспорта

В последние годы непрерывный транспорт находит все большее применение на промышленных предприятиях как в отечественной, так и в зарубежной практике. Нередко он используется и в качестве магистрального для перемещения сыпучих грузов на расстояния в десятки и даже сотни километров.

Ленточные конвейеры являются одним из наиболее ярких представителей непрерывного транспорта. Они широко используются в качестве одного из наиболее экономичных средств непрерывного транспортирования сыпучих материалов на средние и дальние расстояния. Экономичность подобных систем зависит от целого ряда факторов, в том числе и от рельефа местности. Как показывает опыт, она может быть существенно повышена в том случае, если в конвейерных системах предусматривается включение криволинейных горизонтальных секций, позволяющих обойтись без промежуточных станций.

Сейчас в различных отраслях народного хозяйства СССР широко применяются ленточные конвейеры. Наибольшее количество таких конвейеров сосредоточено на предприятиях металлургии, промышленности строительных материалов, на стройках. Основным направлением технического прогресса на нерудных карьерах следует считать расширение объемов применения циклично-поточной технологии при разработке скальных пород. Работы, проведенные "Гидропроектом" им. С.Я. Жука, показали высокую эффективность конвейерного транспорта при доставке грузов от карьеров к плотинам ГЭС (Рогунская, Нурекская, Богучанская).

За последние 10-15 лет резко возросла доля конвейерного транспорта на металлургических заводах.

На Криворожском и Новолипецком металлургических заводах внедрена конвейерная подача шихты на колосники доменных печей. Такая же подача шихты предусмотрена на новой домне Череповецкого металлургического завода.

Пять лет назад на Зангезурском медно-молибденовом комбинате институтами "Армзипромцветмет" и "Укрзипропроект" проведены промышленные испытания комплекса автомобильно-конвейерного транспорта вскрышных пород на Каджаранском карьере. Автомобильно-конвейерный транспорт намечено внедрить на Сорском молибденовом комбинате им. С.М. Кирова и Волховском алюминиевом заводе им. Ф.Э. Дзержинского.

Сегодня опыт и исследования показывают, что нужны конвейеры общего назначения производительностью до 6-8 тыс. м³/ч с лентами шириной до 2500-3000 мм, способные работать в широком диапазоне климатических условий. На межцеховых перевозках предприятий промышленности строительных материалов следует шире внедрять крутонаклонные (35-40°) ленточные конвейеры большой производительности. Промышленности необходимы многоприводные конвейеры, которые можно было бы использовать на перемещении массовых насыпных грузов на дальние расстояния, а также конвейеры, способные транспортировать горячие грузы с температурой выше 150 - 200°C на аглофабриках и металлургических заводах [1].

На предприятиях Минчермета СССР работает 20 тыс. ленточных конвейеров общей протяженностью 1 тыс. км.

Институтом "Промтрансипропроект" проведен анализ использования конвейерного транспорта в отраслевом и региональном аспекте. Рассмотрены регионы: I - Северо-Западный и Центральный; II - Западно-Сибирский и Восточно-Сибирский; III - Донецко-Приднепровский и Юго-Западный; IV - Среднеазиатский и Казахский; V - Уральский. Анализ показал, что в I и III регионах преобладает конвейерный транспорт черной металлургии. Во II и IV намечается интенсивное развитие конвейерных перевозок угля. В V регионе наибольший удельный вес получит конвейерный транспорт горной химии и промышленности строительных материалов.

Региональный подход позволил выявить основные тенденции развития конвейерного транспорта каждой отрасли, ее специфические особенности. Учет сложности климатических условий является определяющим фактором, влияющим на надежность работы конвейеров и, в конечном итоге, на себестоимость транспортирования.

В 11-й пятилетке Сызранский турбостроительный завод изготовил оборудование 10 конвейерных трактов карьеров Минчермета СССР. С вводом их в эксплуатацию будут закончены работы по внедрению циклично-поточной технологии на добыче более 200 млн. т железной руды в год. Таким образом будет завершен важный этап технического перевооружения транспорта рудных карьеров девяти крупнейших ГОКов с годовой производительностью 270 млн. т руды. Экономический эффект от внедрения одного конвейерного тракта с годовой производительностью 20 млн. т составляет на большинстве ГОКов - 1 млн. руб. в год. Достигается он главным образом за счет уменьшения эксплуатационных расходов и существенного сокращения в них доли заработной платы, что обусловлено незначительным количеством обслуживающего персонала, занятого на конвейерном тракте [2].

В последние годы наблюдается тенденция к все более широкому применению ленточных конвейеров в горнодобывающей промышленности, где они используются для транспортирования руды как в пределах шахт и карьеров, так и на значительные расстояния. Это объясняется прежде всего ростом цен на нефтяное топливо, вследствие чего резко возросла стоимость доставки руды автомобильным транспортом, игравшим ранее роль главного транспортного средства в горнодобывающей промышленности. Примерами использования ленточных конвейеров могут служить 2 конвейерные системы, сооруженные в Югославии. Одна из них смонтирована в Сербии и представляет собой трехступенчатую систему транспортирования медной руды и пустой породы; вторая - в Македонии имеет общую протяженность 36 км и состоит из 10 отдельных секций. Конвейерная система предназначена для транспортирования никелевой руды и имеет производительность 930 т/ч. Фирма Dravo Corp. (США) провела недавно сравнительный анализ капитальных и эксплуатационных затрат при использовании автомобильного транспорта и ленточных конвейеров применительно к обслуживанию трех рудников. Результаты этого анализа свидетельствуют о том, что при расчетном сроке службы транспортной системы более 10 лет ленточные конвейеры являются значительно более экономичными. Однако установка и эксплуатация конвейеров требуют долгосрочного планирования и более высоких капитальных затрат. Следует отметить, что данный анализ проводился применительно к конвейерам, производительность которых не более 900 т/ч [3].

Применение конвейерного транспорта на карьерах, отрабо-

тывающих скальные горные породы, получает все более широкое распространение благодаря внедрению резино-тросовых лент. Ширина лент составляет до 1800 мм, скорость движения ленты 6 м/с, производительность транспортирования 10 тыс. т/ч. На меднорудном карьере Twin Buttes (США, шт. Аризона) впервые в США применен конвейерный транспорт в сочетании с внутрикарьерным дроблением. Работы по внедрению конвейерного транспорта были начаты в 1965 г. Объем вскрышных работ составил 245 млн. т, глубина залегания рудного тела 215 м. Производительность первой конвейерной системы — 8000 т/ч, длина транспортирования — 3 км, ширина конвейерной ленты — 1524 мм. Первоначально вскрышные породы доставляли конвейером до бункера вместимостью 1000 т, из которого одновременно велась загрузка двух самосвалов грузоподъемностью 100 т. Затем была установлена конусная дробилка с шириной приемного отверстия 1372 мм. На карьере Sierrita компании Duval (США, шт. Аризона) производительностью 65,3 тыс. т/сутки добыча медно-молибденовой руды была начата в 1970 г. Самосвалами руда доставлялась до двух конусных дробилок, откуда конвейерами на расстояние 4 км до отвала; ширина конвейерной ленты составляла 1372 мм, производительность транспортирования 4500 т/ч. Вскрышные породы доставлялись самосвалами с задней разгрузкой, производительность автомобильного транспорта 118 тыс. т/сутки. В 1974 г. дальнейшее понижение уровня горных разработок оказалось экономически невыгодным, поэтому после проведения исследовательских работ было принято решение применить конвейерный транспорт вместе с конусной дробилкой, расположенной в центральной части карьера на 125 м ниже существующей дробильной установки. Длина транспортирования уменьшилась до 3 км. Транспортная система состоит из пяти конвейеров общей длиной 5,6 км с углом наклона 16° (высота подъема по вертикали — 140 м). Объем вскрышных работ составит 270 млн. т. Экономический анализ транспортных схем показал, что капитальные затраты в ближайшие 10 лет при применении конвейерного транспорта ниже, чем при использовании автомобильного; годовые эксплуатационные затраты на 5 млн. долл. меньше. В настоящее время на карьерах Европы и США применяются дробилки щековые и молотковые, которые не обеспечивают необходимой производительности. Поэтому в перспективе при переходе на конвейерный транспорт широкое применение найдут конусные дробилки большой производительности размером приемного отверстия 1372 и 1524 мм [4].

Карьерный конвейерный транспорт в качестве альтернативы колесным видам транспорта получает все большее развитие в США, ФРГ и других странах прежде всего в угольной промышленности. В США конвейерные линии стали внедрять на железно- и меднорудных карьерах, при открытой разработке цементного сырья, бокситов, никелевых руд. Благодаря возможности работы на уклонах до 30%, сокращаются расстояния транспортирования. Для конвейерных установок требуются легкие опоры и достигается простое решение при пересечении дорог и других преград за счет использования легких мостовых сооружений. Конвейеры создают равномерную нагрузку в энергосистеме. При передаче горной массы под уклон имеет место рекуперация электроэнергии. Снижению эксплуатационных расходов способствует проведение профилактических ремонтов конвейеров. С появлением резино-тросовых лент появились конвейеры производительностью до 20 тыс. т/ч длиной до 3,2 км, предназначенные для транспортирования скальной горной массы. На ряде установок скорость ленты достигла 6 м/с, ширина ленты 3 м. Для успешного применения конвейеров размер транспортируемого материала, как правило, не должен превышать 150–200 мм; породы не должны быть слишком влажными; необходимо стремиться к минимальному количеству перегрузочных пунктов; необходима хорошая организация качественного ремонтного обслуживания конвейерных установок. За последнее время благодаря использованию синтетических материалов стало возможным повысить прочностные качества конвейерных лент. В новых конструкциях конвейеров часто увеличивают угол наклона роликов с 30–35 до 45°. Хорошо зарекомендовали себя роликоопоры гирляндского типа. Системы регулирования по частоте позволяют обеспечивать "мягкий запуск" конвейеров. Анализ показал, что экономически целесообразный срок службы конвейеров составляет 20 лет в отличие от средств автотранспорта – 10 лет. В схеме циклично-поточной технологии по сравнению с автотранспортом применение конвейеров требует увеличения капитальных затрат на 20%, однако приводит к уменьшению эксплуатационных расходов в 2 раза [5].

При разработке руды с малым содержанием меди в богатейшем рудном районе Бор (СФРЮ) компания Majdaurek столкнулась с экономическими трудностями в решении проблемы транспортирования руды и пустой породы.

Возрастание потребления топлива, вызванное развитием рудника, и резкое неуклонное повышение стоимости нефтепро-

дуктов, а также растущая стоимость тяжелых самосвалов и подобного подъемно-транспортного оборудования явились основной для решения о создании конвейерной системы, обеспечивающей требующуюся производительность при перемещении каменного материала.

Сооружение системы, состоящей из ленточных конвейеров большой длины, предусматривает три очереди. Первую очередь конвейерной системы для фирмы Majdanpek проектировала фирма Mountain State Engineers (Таксон, шт. Аризона, США).

Медный рудник включает в себя два месторождения - "Южное" и "Северное", а также зону для отвала. Это пустынная местность с оврагами и ложбинами, в которых можно разместить 150 млн. м³ пустой породы. Этот отвал является крупнейшим в Европе, его можно использовать в течение 20 лет.

Первая очередь конвейерной системы связывает камнедробильный завод с отвалом и состоит из трех последовательных конвейеров. Два начальных конвейера - стационарные, а третий конвейер перемещается в плане относительно одной точки, являющейся точкой вращения. Профиль трассы конвейерной системы является сложным, имеется значительный перепад высот из-за характера местности. Вскрышные породы будут доставляться на камнедробильный завод 150-тонными самосвалами из Южного месторождения. Порода будет подвергаться дроблению в двух дробилках. Дробилки щековые, размер отверстия регулируемый; для ленточных конвейеров системы выбрана ширина щели 250 мм. После дробления порода поступает в бункер-накопитель вместимостью 270 т, откуда с помощью специального вибрационного питателя фирмы Stephens Adamson порода поступает на конвейер, с помощью которого производится подача материала в систему.

Этот промежуточный конвейер имеет длину 33,8 м, шириной 1,6 м, производительность 6 тыс. т/ч. Приводом конвейера является двигатель-редуктор мощностью 110 кВт. Конвейер скоростной, лента движется со скоростью 4,83 м/с. Питатель конвейерной системы материалом, поступающим со скоростного конвейера, производится с помощью гравитационного спуска, оборудованного специальным подталкивающим устройством с электромагнитом.

Конвейеры № 1 и 2, входящие в систему, являются стационарными наклонными ленточными конвейерами с резиновой лентой, осуществляющими подъем материала на значительную высоту и его перемещение к отделенному отвалу.

Конвейеры размещены в специальных тоннелях, проходящих в горном массиве и значительно сокращающих длину трассы конвейерной системы.

Конвейер № 1 имеет длину 873 м, ширину ленты 1,6 м, производительность 6 тыс. т/ч, скорость движения ленты около 5 м/с. Двухбарабанный основной и однобарабанный промежуточный приводы конвейера имеют три одинаковых двигателя-барабана мощностью по 1300 кВт. Нижняя отметка конвейера 320 м, а верхняя 475,4 м, угол наклона трассы $10,2^{\circ}$. Конвейер будет оборудован специальной динамической тормозной системой, которая позволит снизить время останова при аварийной или подобной ситуации с 26 до 11 с.

Конвейер № 2 имеет длину 291,2 м, ширину ленты 1,8 м, производительность 8 тыс. т/ч, скорость движения ленты 4,45 м/с. Привод двухбарабанный с двумя двигателями-редукторами мощностью по 1300 кВт. Нижняя отметка конвейера 471 м, верхняя - 549,4 м, угол наклона трассы $15,7^{\circ}$. Этот конвейер оборудован специальным разгоняющим устройством с маховиком, время торможения конвейера можно увеличить от 2,5 до 11 с, что позволит уравнивать при останове скорости двух последовательных конвейеров и избежать тем самым перегрузок и завалов.

Отличие в производительности двух конвейеров заложено в проекте системы, чтобы в дальнейшем при пуске второй и третьей очереди можно было включить в транспортный поток материал, подаваемый из Северного месторождения с производительностью 2 тыс. т/ч, что как раз и составляет разность в производительности конвейера № 1 и № 2.

С конвейера № 2 порода поступает на переднюю конвейер, имеющий горизонтальную трассу. Этот конвейер загружается с помощью поворотной загрузочной воронки. Конвейер имеет разнотроссовую ленту шириной 1,8 м, скорость ленты 4,59 м/с, производительность конвейера 8 тыс. т/ч. Длина конвейера 1350 м. Привод конвейера двухбарабанный основной и однобарабанный промежуточный, суммарная мощность трех одинаковых двигателей барабанов равна 1350 кВт. Став конвейера, натяжная и приводная станции смонтированы на платформах, что позволяет переставлять конвейер в секторе радиусом, равным длине конвейера. Перемещение - вращение осуществляется относительно неподвижной точки, какой является в данном случае узел загрузки конвейера, находящийся под загрузочной воронкой. Перестановку конвейера будет производить трактор. Вдоль конвейера по специальному рель-

социальному пути будет перемещаться опрокидыватель, перегружающий породу в отвалообразователь.

Самоходный мощный отвалообразователь фирмы Stephens-Adamsen имеет конвейер длиной 65 м, оснащенный резиновой лентой, движущейся со скоростью 4,42 м/с. Ширина ленты 1,8 м, производительность конвейера 8 тыс. т/ч. Мощность привода конвейера 370 кВт. Отвалообразователь смонтирован на гусеничном ходу, гидравлический механизм перемещения имеет мощность 150 кВт. Разгрузочная стрела конвейера отвалообразователя имеет угол подъема до 13° и максимальную высоту 12,5 м над поверхностью, по которой перемещается отвалообразователь.

Вторая очередь конвейерной системы проектируется для транспортирования руды и пустой породы из Северного месторождения. Планируется, что вскрышные работы на месторождении будут проводиться в две смены. Соответственно и работа второй очереди конвейерной системы по транспортированию породы будет осуществляться в эти две смены по схеме, описанной выше. В третью смену будет производиться добыча руды. Руда будет дробиться в перекидной установке с конусной дробилкой, а затем с помощью передвижного конвейера подаваться в узел перегрузки, из которого попадет на ленточный конвейер второй очереди системы. Производительность этого конвейера 2 тыс. т/ч. Конвейер доставит руду в пункт перегрузки на стационарный конвейер №1 первой очереди, который спустит руду с отметки 471 м и доставит ее на камнедробильный завод для окончательного дробления на специальных дробилках и отправления на медеплавильный завод.

Третья очередь конвейерной системы предназначена для доставки руды после окончания основных вскрышных работ на Южном месторождении. Она будет представлять собой два ленточных конвейера, связывающих место добычи с камнедробильным заводом. Производительность этой линии 4 тыс. т/ч.

Вторая и третья очереди конвейерной системы начнут действовать в 1985 г.

Основными поставщиками, кроме указанных иностранных фирм, является Kobe Steel (Япония), а также ряд предприятий и объединений СФРЮ. Строительные и монтажные работы будут осуществлять югославские специалисты.

Ожидаемый экономический эффект составит 1910 тыс. долл. (57,3 млн. динаров). Планируется прирост производства в 4%. Ежегодная экономия в результате отказа от импортирования оборудования и транспортных средств составит 4 млн. долл. [6].

На карьере цементного сырья в Роасchia (Италия) компанией Robilante до 1975 г. для доставки сырья на завод, расположенный в 10 км от месторождения, применялся автотранспорт. Использовались самосвалы грузоподъемностью 30 т в режиме работы 18 ч в сутки, однако помимо дальности транспортирования осложняющими обстоятельствами являлись расположение карьера на высоте 700 м, являющейся уровнем снежного покрова, а также необходимость эксплуатации дороги общего пользования. Внедрение системы непрерывного транспорта осуществлено при содействии организации REI (Франция) на базе использования загрузочного устройства типа "rackbelt" и ленточного конвейера типа "stereoduc", что привело к снижению затрат на 62%, несмотря на необходимость сооружения тоннеля протяженностью 6 км. На карьере длина фронта работ 300 м, уступы высотой 15 м. Разработка известняка производится с помощью буро-взрывных работ. Выемочно-погрузочные работы осуществляются двумя одноковшовыми фронтальными погрузчиками Faas-Frisch с ковшами вместимостью 5 м³. Разгрузка горной массы производится на специальный стальной щит, с которого она под воздействием сил тяжести поступает на конвейер-питатель, сконструированный с учетом восприятия нагрузок от подающих кусков. Загрузочное устройство массой 80 т, длиной 22,5 м и высотой разгрузки 8,5 м соединено с дробилкой первичного дробления системы Babbittless. Размер поступающих кусков — 800 мм, после дробления — до 300 мм. Дробильный агрегат перемещается на пневмоколесном ходу по мере подвигания фронта горных работ. Время передвижения погрузочно-питающей установки — менее 5 ч. Расчетная производительность канатно-ленточного конвейера 650 т/ч, по пропускной способности — 1000 т/ч, максимальная до 1200 т/ч. Ширина конвейерной ленты 800 мм, скорость движения 3,2 м/с. Длина конвейера, состоящего из одного става, равна 5785 м. Конвейер установлен в тоннеле сечением 8,7 м. Ширина у основания 2,9 м. Работа осуществляется в рекуперативном режиме при общей высоте опускания горной массы 76,5 м. Установленная мощность привода конвейера — 236 кВт. Привод смонтирован на специальной тележке, являющейся одновременно также и натяжным устройством: это позволило сократить число барабанов при надежном зацеплении ленты на приводном барабане. Коэффициент безопасности принят 6,7. При годовой производительности 2 млн. т расходы на содержание комплекса оборудования циклично-по-

точной технологии составляют 250 тыс. долл., в то время как при автотранспорте затраты достигают 730 тыс. долл. в год [7].

Компанией Worsley Alumina Pty. Ltd. при решении проблемы транспортирования 3,5 млн. т руды в год на расстояние 51 км от карьера до завода был принят конвейерный транспорт, который оказался экономичнее как автомобильного, так и ж.д. транспорта. Применена система конвейеров канатно-ленточного типа производства фирмы Cable Belt. Система состоит из двух ставов: длиной 30,4 км от карьерного дробильно-перегрузочного пункта и 20,7 км от пункта перегрузки до приемного бункера завода. Несмотря на то, что в случае проектирования трассы конвейерной линии по прямой расстояние было бы на 8 км меньше, принят более длинный тракт, исходя из соображений охраны окружающей среды. При прохождении через массив леса ширина просеки, подготовленная для трассы конвейера составляет всего 24,5 м, что значительно меньше, чем при автомобильном и ж.д. вариантах. В последнем случае из-за сложного рельефа местности дальность возки составила бы около 70 км. При переходе через овраги для конвейерной системы потребовалось сооружение легких эстакад: просто решены вопросы пересечения трассы с автодорогами: лишь в некоторых участках для выравнивания трассы понадобилось проведение траншей [8].

По заданию National Coal Board (Великобритания) проводится реконструкция шахты Prince of Wales Colliery. Для подачи каменного угля из шахты на поверхность применили ленточный конвейер, поставленный и смонтированный фирмой Cable Belt. Длина конвейера 1706 м. Он выполнен в виде одной секции с приводом от электродвигателя мощностью 2240 кВт. Ширина ленты конвейера 1067 мм. Лента выполняет роль только несущего органа. Она покрыта неопреном для повышения износостойкости и пожаробезопасности. Скорость ленты 3,05 м/с. Диаметр приводного барабана 4570 мм.

Роль тягового элемента конвейера выполняют стальные канаты диаметром 51 мм. Диаметр натяжного барабана 1900 мм. Натяжение каната 1589 кН. Диаметр поддерживающих роликов 300 мм. На рабочей ветви интервалы между поддерживающими роликами около 5099 мм, а на холостой ветви — 15 297 мм.

Конвейер расположен с уклоном 1:5. Он подает каменный уголь на высоту 334 м. Конвейер эксплуатируется круглосуточно. Количество рабочих часов в год составляет около

4500 ч. Средняя производительность 1000 т/ч. Годовая производительность около 2 млн. т. Длина отдельной секции конвейера может быть увеличена до 3000 м.

Фирма Cable Belt построила в Австралии в долине Хантер два таких конвейера, у которых разделены тяговые и несущие органы. Длина одного конвейера 28,8 км, а другого — 15,2 км [9].

Следует отметить, что с появлением канатно-ленточных конвейеров определилась тенденция к увеличению длины одноставных конвейеров. Их максимальная длина за последние 15 лет увеличилась в 3 раза. В 1983 г. вступит в строй конвейерная система в Западной Австралии, предназначенная для транспортирования бокситов и состоящая из двух однопролетных секций длиной 29 и 19 км. Ленточный конвейер с канатным приводом, который будет использоваться в одной из шахт Национального угольного совета Великобритании, будет иметь длину 15 км. Он будет поднимать на поверхность уголь с глубины 1000 м. При ширине ленты 1300 мм и скорости ее движения 30 км/ч производительность будет достигать 3200 т/ч. Лента будет состоять из отдельных соединенных между собой секций длиной по 400 м и массой по 40 т каждая [10].

На шахте Selbi (Великобритания) фирма Anderson Stratchclyde PLC ведет монтаж наклонного конвейера проектной длиной 15 км, с помощью которого уголь будет подаваться из забоев данной и четырех близлежащих шахт непосредственно на обогатительную фабрику. Он оснащен огнестойкой лентой Silvercord прочностью 7 тыс. кг/см. Ширина ленты 1300 мм, скорость ее движения 8 м/с. Производительность конвейера 3,2 тыс. т/ч. Фирма-изготовитель BTR Belting выпускает ленты этого типа прочностью до 8,4 тыс. кг/см, рассчитанные на магистральные конвейеры длиной до 25 км. При достижении проектной длины конвейер на шахте Selby будет иметь перепад высот в крайних точках в 1 км, а установленная мощность привода достигнет 10 тыс. кВт. За год он будет транспортировать 10,6 млн. т. Первая загрузочная станция будет иметь три бункера, остальные — по два. Бункера вертикального типа, футерованы бетоном, внутренний диаметр 7,31 м, вместимость 1117 т. Ленточный питатель имеет производительность 762 т/ч. Управление работой всей системы осуществляется ЭВМ. При наращивании ленты используются бухты на барабанах массой 40 т. Проектирование системы производила фирма REI (Франция). Для

открытых угольных складов на этом же объекте фирма Adamson Butterley в 1983 г. поставляет 2 конвейерные погрузочные машины производительностью 4 тыс. т/ч и 2 роторно-ковшовые машины производительностью 2 тыс. т/ч для срабатывания штабелей [11].

Расширению области применения конвейерного транспорта способствует также и создание конвейеров с пространственной трассой.

Фирма Realisation d'Equipment Industries (Франция) выпускает ленточные конвейеры типа Stereodue и Curvodue, предназначенные для использования в тех случаях, когда в условиях пересеченной местности конвейерная система должна иметь горизонтальные криволинейные участки. Лента подобного конвейера заключена в трубопровод, монтируемый из отдельных секций длиной по 100 м, разделенных компенсаторами. Поддерживаемые одностоечными опорами, устанавливаемыми через 9 м, подобные конвейеры могут выполняться в виде однопролетных секций длиной до 50 км и могут иметь производительность до 40 тыс. т/ч. Секция длиной 50 км может обеспечивать подъем транспортируемых материалов на 2 км. Из отдельных секций могут собираться конвейерные системы общей длиной до 500 км [12].

В марте 1981 г. на о. Новая Каледония вступил в строй ленточный конвейер системы Curvodue протяженностью 11 км, используемый для транспортирования никелевой руды. Этот однопролетный конвейер, конечная точка которого лежит на 457 м ниже его начальной точки, включает не только участки, опускающиеся в вертикальной плоскости с уклоном до 30%, но и четыре больших криволинейных участка в горизонтальной плоскости с радиусами кривизны соответственно 2000, 1500, 1500 и 1100 м.

Транспортируемая по конвейеру руда имеет плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$ при содержании влаги до 40% и максимальном размере частиц 250 мм. Лента конвейера имеет ширину 800 мм, а ее разрывное усилие равно 200 тс. Конвейер спроектирован с коэффициентом запаса, равным 5.

Скорость конвейера регулируется бесступенчато в пределах от 0 до 3,6 м/с. Номинальная производительность конвейера равна 560 т/ч. Работая 16 ч в сутки, он обеспечивает транспортирование 2 млн. т руды в год.

Мощность установленного приводного узла равна 800 кВт. Потребляемая мощность зависит от загрузки конвейера и при его полной загрузке она практически равна нулю, поскольку

вся необходимая энергия обеспечивается транспортируемой рудой. При работе порожнего конвейера потребляемая мощность равна 650 кВт. Диаметр ведущего барабана конвейера составляет 1250 мм. Для привода конвейера используется синхронный электродвигатель с тиристорным управлением, работающий при напряжении 700 В. Электродвигатель связан с ведущим барабаном через понижающий редуктор. Приводной узел оборудован тормозным диском диаметром 2000 мм с тремя тормозными колодками [13].

Продолжаются исследования по повышению эффективности и экономичности конвейерного транспорта. Так в высшей технической школе им. О. Герике (ГДР) выполнены исследования путей повышения производительности конвейеров. В частности, определены основные параметры, которые следует учитывать при проектировании конвейеров большой длины или работающих на высоких скоростях. Установлена линейная зависимость между собственной массой конвейеров и их стоимостью. В условиях ГДР стоимость 1 кг собственной массы конвейера составляет 6-8 марок ГДР. Отсюда рекомендуется поиск путей снижения массы конвейера. Верхний предел производительности ограничивается не техническими, а экономическими возможностями. Важное значение имеет рабочая площадь поперечника конвейерной ленты. С этих позиций перспективными считаются новые типы конвейеров с тележечной несущей конструкцией. Однако экономически они выгодны, если ширина ленты составляет 2,5 м или более. Большое значение придается внедрению средств микроэлектроники для управления конвейерными системами. Основными перспективными направлениями считаются: контроль и координация работы нескольких конвейеров, ведущих загрузку магистрального конвейера; управление дополнительными приводами на конвейерах большой длины с целью регулирования дальности транспортирования; управление скоростью конвейеров для регулирования их производительностью; последовательный пуск и останов конвейеров в цепочке [14].

Специалистами ФРГ рассматриваются технические и экономические пределы дальнейшего увеличения мощности ленточных конвейеров.

В 1980 г. в ФРГ было добыто 130 млн. т бурого угля. Его доля в общем потреблении энергии в ФРГ составила 10%, а в выработке электроэнергии - 25%. 117,6 млн. т бурого угля или 34,5 млн. т условных т добыто в Рейнском районе. При этом перемещено в отвалы 418 млн. м³ пород вскрыши.

Общая численность персонала по добыче угля на карьерах составила лишь 5400 человек. Это стало возможным благодаря применению мощных ленточных конвейеров. С начала 50-х годов мощности отдельных конвейерных приводов выросли со 110-265 до 1500-2000 кВт, скорости движения ленты — с 5,2 до 7,5 м/с, ширина ленты достигла 2800-3000 мм. Конвейеры оснащены лентами, армированными тросами из стали St 2500 — St 4500. Это позволило увеличить производительность конвейера, оснащенного приводами мощностью 6×2000 кВт, до 40 тыс. т/ч (по разрыхленному грунту). Максимальная производительность роторных экскаваторов достигла 240 тыс. м³/ч и вряд ли в ближайшие годы увеличится и для работы с ними достаточно производительность существующих конвейеров. Одной из целей увеличения электрической мощности приводов является уменьшение числа перегрузочных пунктов. Однако по технологическим причинам на рабочем уступе целесообразно иметь 2, а не 1 став. На отвальном ярусе лучше иметь один став, с тем, чтобы исключить трудоемкие операции по переоборудованию тележки для снятия с конвейера породы. Существующие конструкции конвейеров позволяют решать эти задачи. В отдельных благоприятных случаях длина става, оборудованного шестью приводами мощностью по 2000 кВт достигает 5,6 км. Специалистами рассматривается целесообразность дальнейшего увеличения скорости движения ленты и уменьшения ее ширины, анализируются вопросы надежного соединения отдельных отрезков ленты, конструктивного совершенствования перегрузочных пунктов, приводных барабанов и редукторов, применения промежуточных приводных лент [15].

Принцип действия ленточных приводов основан на передаче усилий с помощью трения без применения барабанов. Можно сравнить 2 системы ленточных приводов: ТТ, при которой приводная лента контактирует с несущей по всей длине привода и ширине несущей ленты, и система Херстермана. В последней приводная лента контактирует с несущей поверхностью лишь на отдельных участках привода и только по ширине горизонтальных роликков. На остальных участках привода лента отклоняется от несущей. Преимуществом системы Херстермана является значительное (до 10 раз) снижение величины проскальзывания приводной ленты и, следовательно, более полная передача усилий. Это объясняется тем, что на каждом участке контакта тяговое усилие в несущей ленте уменьшается, т.е. снижается ее удлинение, а тяговое усилие в приводной

ленте увеличивается. Это означает, что последняя удлиняется. Результаты испытаний промежуточного ленточного привода на одном из известняковых карьеров ФРГ подтвердили его эффективность [16].

Экономичность конвейерного транспорта зависит также и от правильно выбранных основных параметров и типов оборудования при проектировании.

Концерн Krupp (ФРГ) представил на ярмарке 1982 г. в Ганновере установку для простого, быстрого и оптимального проектирования конвейеров. Конвейеры, предназначенные для транспортирования большего количества сыпучих грузов, должны снабжаться высокопрочными лентами и двигателями большой мощности. Обычный привод с барабаном, расположенный в конце конвейера, оказывается недостаточным. Лучше использовать дополнительно установленные вдоль ленты конвейера промежуточные приводы, уменьшающие натяжение ленты. Этот новый принцип привода особенно эффективен на подземных разработках, поскольку отпадает необходимость в больших шахтных объемах для размещения громоздкого головного привода. При выходе из строя одного из приводов весь конвейер продолжает работать, а в это время неисправный привод быстро ремонтируется.

При проектировании ленточных конвейеров с дополнительными приводами необходимы многочисленные расчеты, чтобы обеспечить надежную их эксплуатацию. Для облегчения оптимизации расчетов фирма Krupp Industrie- und Stahlbau (Дуйсбург) разработала программу расчета на ЭВМ с представлением результатов расчета на цветном экране видеосистемы PVS 1050, фирмы Krupp Atlas Elektronik (Бремен). Основой программы, разработанной на языке FORTRAN, является математическая модель. Исходя из технических характеристик ленточного конвейера, ЭВМ EPR 1300 видеосистемы обрабатывает программу и рассчитывает для всех эксплуатационных состояний необходимую мощность привода, потери мощности, натяжение ленты, угол охвата барабанов, эффективные длины промежуточных приводов. Задаются данные о загрузке ленты и ее эксплуатационном состоянии (установившийся режим, трогание, остановки). Динамические процессы, такие, как движение с полной загрузкой или холостой ход ленты, происходит автоматически с заранее выбранной скоростью. На цветном экране системы PVS 1050 выдаются все основные результаты расчета. Вводимые в машину данные можно быстро изменять, что позволяет исследовать влияние изменяющих-

ся эксплуатационных или конструкционных величин на результаты расчета. Соответствующие приказы можно вводить либо световым карандашом, либо через диалоговый дисплей. С помощью разработанной программы и видеосистемы инженер-проектировщик может за короткое время оптимально рассчитать ленточный конвейер с горизонтальными и вертикальными кривыми. Расчеты показали, что в любом эксплуатационном состоянии не возникнут недопустимые значения каких-либо величин. Фирма неоднократно успешно применяла программу при проектировании и постройке конвейеров. Одним из примеров служит подземная конвейерная линия для доставки угля с преодолением разности высот, равной 350 м. Конвейер приводится в движение четырьмя приводными установками мощностью по 560 кВт. Другая конвейерная линия служит для перевозки калийных остатков в отвал. При радиусе горизонтальной кривой 1000 м достигается изменение направления подачи примерно на 13° , что делает излишним строительство перегрузочной станции [17].

При транспортировании ленточными конвейерами сыпучих грузов неизбежно пылеобразование, в особенности в точках загрузки и выгрузки, а также на стыках конвейеров. При проектировании установок рекомендуется учитывать неравномерность размещения груза на ленте, его физико-химические свойства (гранулометрический состав, влажность, угол внутреннего трения, удельная и объемная масса, абразивность, реакционная способность). Пылеобразование на стыках конвейеров может быть уменьшено за счет уменьшения столкновений (соударений) частиц груза друг с другом, пылеулавливания и пылеподавления. Пылеулавливание может осуществляться установкой на стыках колпаков с отсосом. При пылеподавлении распыленной водой широко практикуется введение специальных добавок в воду. Кроме того, возможно использование тумана с электрически заряженными частицами.

Одним из эффективных способов борьбы с взмыванием пыли является гидроулавливание транспортируемого материала. Проведенные исследования показали, что при влажности материала 3,5% и более взмывание пыли практически отсутствует при скорости движения воздушного потока относительно транспортируемого материала до 6,5 м/с. В последнее время в результате внедрения в производство конвейеров значительной длины особенно актуальным стал вопрос предотвращения пыления холостой ветви. С этой целью на практике наиболее часто используют механические очистители для очистки от

наличшего материала холостой ветви конвейерной ленты, а оставшиеся частицы смывают водой. В результате исследований предложена установка для обеспыливания холостой ветви, которая включает механический скребок, устройство для смыва прилипшей мелочи и устройство для осушения ленты конвейера. Установка внедрена на обогатительной фабрике Лебединского горнообогатительного комбината [18].

С увеличением мощности конвейеров увеличивается и шум, производимый ими.

В апреле 1982 г. в институте транспортной техники Ганноверского университета состоялся colloquium по вопросам развития транспорта в горной промышленности, на котором обсуждался доклад представителей института транспортной техники и фирмы *Reinische Braunkohlenwerke AG*, посвященный вопросам снижения уровня шума при работе конвейеров на бурогольных разрезах этой фирмы, расположенных в густонаселенных районах бассейна р. Рейн. В связи с переходом на разработку открытым способом месторождений с большой глубиной залегания и вытекающим отсюда существенным увеличением объемов вскрышных работ внедрены установки конвейерного транспорта производительностью до 37,5 тыс. т/ч по сравнению с 17,2 тыс. т/ч установок, использовавшихся ранее.

Новые установки оснащены лентой шириной 3000 мм, что на 800 мм больше, чем на старых установках. Увеличена также скорость конвейеров. На новых конвейерах используются более мощные роlikоопоры гириандского типа. Габариты опор, включая несущую конструкцию конвейера, увеличены с 4,0 x 1,75 м до 4,7 x 2,54 м, угол наклона боковых роликов в гириандах верхней ветви с 37 до 43°, на нижней с 15 до 20°. В сочетании с увеличением мощности приводных станций все это привело к повышению уровня шума при работе транспортных установок.

В ранее выполненных работах изучался сам механизм возникновения шума, а также разрабатывались меры, направленные на уменьшение уровня шума приводных станций и роlikоопор конвейеров с шириной ленты 2200 x 2800 мм, имеющих скорость соответственно 7,5 и 5,2 м/с. При этом было установлено, что излучение звуковых волн происходит по всей длине конвейера с одинаковой интенсивностью во всех направлениях. Поэтому была поставлена задача локализации основных источников шума. Оказалось, что одним из основных излучателей является взаимодействие роlikоопор и конвейерной ленты,

причем основной спектр частот у роликов находится в области 400–3000 Гц и он является определяющим для уровня шума.

Механизм возникновения колебаний при контакте ленты с роликами изучался на специальном вертикальном стенде, построенном в институте транспортной техники и оснащенный резинокроссовой лентой шириной 1000 мм. В ходе исследования варьировались: скорость движения ленты, ее натяжение. Установлено, что преобладающими являются низкочастотные колебания, совпадающие с частотами, генерируемыми рабочей поверхностью, и интенсивность этих колебаний жестко коррелирована с состоянием поверхности роликов. Так, у роликов с навалюванной рабочей поверхностью, с продольным сварным швом максимальная высота микронеровностей достигает 164 мкм и уровень шума 92 дБ. При высоте микронеровностей 9 мкм уровень шума снижается до 82 дБ. Для демпфирования колебаний опробовались ролики со слоистой структурой, а также с заполнением корпуса кварцевым песком или пенопластом либо с футеровкой пластмассой или резиной [19].

Гидравлический транспорт по масштабам применения можно считать вторым после конвейерного. По сравнению с другими видами транспорта, он дает определенные преимущества среди которых наиболее важные – высокая эффективность и надежность его работы, отсутствие вредных воздействий на окружающую среду. Он требует значительных капитальных затрат, но сравнительно небольших затрат на рабочую силу. Проведенные исследования показали, что при расстоянии между пунктом отправления и местом назначения 370–2300 км длина железнодорожного полотна превышает на 25% длину соответствующего трубопровода. Считается, что трубопровод является оптимальным транспортным средством при необходимости транспортирования 4–5 млн. т в год на расстояние не менее 300 км.

В последние годы во многих странах мира построены или находятся в стадии строительства значительное количество трубопроводов, предназначенных для транспортирования угля и минерального сырья в виде суспензии. Крупнейший в мире трубопровод для железной руды построен в Бразилии в 1977 г. Его длина составляет свыше 400 км.

Интенсивные работы по проектированию магистральных трубопроводов ведутся в ряде стран, в том числе ФРГ, Нидерландах, а также в США, где предполагается построить восемь больших трубопроводов для угля длиной 300–2400 км и производительностью 5–55 млн. т в год. В настоящее время в

США проектируется трубопровод ETSI, предназначенный для транспортирования угля из Вайоминга в Луизиану. Длина трубопровода составит 2250 км, производительность — 25 млн. т в год. Трубопровод пересечет территорию 4 штатов: Небраски, Канзаса, Оклахомы, Арканзаса [20].

В настоящее время ведутся также исследования по разработке комплексных транспортных систем, включающих трубопроводный и морской транспорт.

В Канаде разрабатывается проект трубопровода, протяженностью 1016 км, который должен связать Коалспур (пров. Альберта) с запасным побережьем страны в пров. Британская Колумбия. Проектная производительность 10,2 млн. т угля в год. Расчетный срок службы 25 лет. Основные компоненты проектируемой трубопроводной системы — завод по приготовлению угольной пульпы, пульпопровод и морской терминал, имеющий оборудование для обезвоживания угля и погрузки его в морские суда. Содержание твердой фазы в пульпе будет равно 51% (по массе). На головной насосной станции будет установлено 6 центробежных насосов, включенных последовательно. Трубопровод диаметром 610 мм будет свариваться из труб X60 с толщиной стенок 10,6 мм. Он будет иметь внутреннюю и внешнюю противокоррозионную изоляцию и укладываться в траншею ниже вечной мерзлоты, глубина которой в месте укладки составляет 1,4–1,9 м. На трассе будет сооружено 7 промежуточных насосных станций [21].

В настоящее время все более четко определяется тенденция замены металлических труб пластмассовыми. Компания Thiele Kaolin Co. (США) завершила сооружение двухниточного трубопровода протяженностью 6350 м, предназначенного для транспортирования каолина. По одной нитке диаметром 150 мм каолиновая пульпа доставляется из карьера, где производится добыча каолина, на перерабатывающий завод. По второй нитке диаметром 200 мм отработавшая вода возвращается с завода в карьер с целью ее повторного использования. Одновременно была закончена укладка пожарного водопровода протяженностью 2400 м и диаметром 254 мм.

Все трубопроводы сооружены из пластмассовых труб, армированных стекловолокном. Подобная труба имеет внутреннюю оболочку из поливинилхлорида и наружную оболочку из стекловолокна, пропитанного эпоксидной смолой. Поливинилхлоридная оболочка обеспечивает гладкую внутреннюю поверхность, позволяющую существенно уменьшить потери напора на трение, следовательно, и потребляемую мощность при перекачке пульпы.

Кроме того, уменьшается вероятность образования отложений каолина на стенках трубопровода. Используявшийся ранее для перекачки пульпы стальной трубопровод приходилось каждый год очищать от накапливающихся на его стенках отложений каолина, существенно снижавших его производительность. Благодаря высокопрочной нагрузочной оболочке пластмассовые трубы могут работать при давлениях до 24 кгс/см². Пластмассовые трубы соединялись с помощью раструбных соединений с использованием резиновых уплотнительных колец.

Укладка пластмассовых трубопроводов общей протяженностью 15 км была завершена за 45 дней. Применение пластмассовых труб для сооружения пульпопровода и водопровода позволило не только сократить капитальные затраты и трудозатраты, но и полностью устранило электролитическую коррозию трубопроводов. Только за счет того, что пластмассовые трубопроводы не нуждаются в катодной защите, было сэкономлено 75 тыс. долл. [22].

Одним из недостатков гидротранспорта является безвозвратная затрата энергии на перекачку воды, а также в ряде случаев нарушение водного баланса в районе добычи. В ФРГ были проведены исследования возможности и целесообразности транспортирования угля в потоке метанола. В настоящее время ведутся работы по созданию промышленно экономически оправданных способов получения метанола из угля. В случае практического внедрения этих способов от мест угледобычи к местам потребления энергии придется транспортировать одновременно уголь и метанол. При транспортировании угля в потоке метанола энергия тратится только на перекачку продуктов, из которых в последующем получают энергию. Метанол обладает низкой температурой замерзания, что позволяет использовать его в качестве несущей среды в регионах с холодным климатом без попутного обогрева пульпопроводов. Наряду с теоретическими осуществляются экспериментальные исследования характеристик перекачки угля в среде метанола. Выполненный объем исследований показал техническую осуществимость перекачки угля в составе метанольно-угольной смеси. Расчеты, проведенные для случая транспортирования вещества, энергетически эквивалентного 4,6 млн. т каменного угля в год на расстоянии 350, 600 и 1000 км позволили установить, что в условиях Западной Европы транспортные расходы при внедрении и перекачке метанольно-угольной пульпы по трубопроводам составляет лишь 35% от транспортных расходов при использовании любой другой самой выгодной для

таких расстояний транспортной системы. В качестве альтернативных транспортных систем рассматривались ж.д. и водный транспорт, а также передача эквивалентных количеств электрической энергии по воздушным линиям [23].

Пневматическое транспортирование твердых материалов применяется, как правило, на небольшие расстояния в системах внутризаводского транспорта.

Способы пневматического транспортирования твердых материалов в основном делятся на две категории – транспортирование в разбавленной фазе и транспортирование в плотной фазе – хотя на практике не всегда можно четко разграничить эти категории и иногда в одной и той же системе могут наблюдаться оба режима. Обычно системы транспортирования в разбавленной фазе работают при давлениях ниже 1 кгс/см^2 . Они используют значительное количество воздуха – соотношение массы транспортируемого материала к массе несущего воздуха не превышает, как правило, 20:1 – и работают при высоких скоростях потока. Системы транспортирования в плотной фазе работают при давлениях от 1 до 7 кгс/см^2 и скоростях потока от 10 до 15 м/с. Отношение массы транспортируемого материала к массе воздуха находится в этих системах в пределах от 20:1 до 150:1. В системах, работающих в режимах разбавленной фазы, очень важное значение имеет точное дозирование подачи сыпучих материалов с целью обеспечения гомогенного потока. При слишком большом содержании сыпучих материалов в воздушном потоке имеют место чрезмерные потери напора на трение, что влечет за собой уменьшение скорости потока, образование отложений на стенках трубопровода и, в некоторых случаях, полное его закупоривание. В то же время точное регулирование подачи сыпучих материалов в трубопровод представляет собой достаточно сложную задачу, а при транспортировании абразивных материалов эта задача становится почти невыполнимой. Еще одним недостатком систем транспортирования в разбавленной фазе является быстрый износ трубопроводов при транспортировании абразивных материалов, а также разрушение частиц грагулированных материалов в случае их транспортирования. От этих недостатков свободны системы транспортирования в плотной фазе. Но в них решающее значение приобретает правильное формирование пробок транспортируемых материалов, а также проблемы, связанные с обеспечением или возобновлением движения таких пробок по трубопроводу. Сопротивление движению пробок сыпу-

чих материалов по трубопроводу примерно пропорционально квадрату длины пробки. Оптимальным решением этих проблем является создание промежуточных перекачивающих станций, обеспечивающих поддержание требуемого давления воздуха в промежутках между движущимися по трубопроводу пробками транспортируемых материалов [24].

Одной из наиболее эффективных пневмотранспортных систем такого типа, созданных в последние годы и предназначенных для транспортирования твердых материалов и, прежде всего, угля, является система Denseveyour, разработанная фирмой Masawber (Великобритания). Главной отличительной особенностью этой системы является то, что транспортируемые материалы полностью изолированы от внешней среды с момента поступления их в систему и вплоть до конечного пункта транспортирования. Тем самым решаются проблемы защиты окружающей среды, потерь материалов во время транспортирования и пылеобразования. Система Denseveyour не требует предварительного размельчения транспортируемого угля и по ней можно транспортировать крупнокусковой уголь с размером частиц до 76 мм. При этом содержание влаги может достигать 20%. Уголь транспортируется в плотной фазе и поступает в трубопровод системы не постоянным потоком, а в виде отдельных порций, которые перемещаются по трубопроводу под давлением сжатого воздуха со значительно меньшей скоростью, чем в системах, работающих в режиме разбавленной фазы. В то же время системы транспортирования в плотной фазе часто имеют более высокую производительность. Успешная работа систем транспортирования в плотной фазе в значительной степени зависит от средств регулирования количества твердых материалов, поступающих в трубопровод. В системах Denseveyour для этой цели применен специально разработанный клапан купольного типа, способный отсекают часть столба подаваемого твердого материала еще до перекрытия подачи сжатого воздуха. Такой клапан является единственной движущейся частью в пневмотранспортной системе и его работа сопряжена с опасностью износа. Тем не менее опыт эксплуатации клапанов купольного типа свидетельствует о том, что они выдерживают не менее 500 тыс. циклов срабатывания. В настоящее время в различных странах мира действует более 1000 установок типа Denseveyour, используемых для транспортирования самых различных сыпучих материалов [25].

Фирма "Нихон сунпидору сайдзю" (Япония) разработала пневматическую систему для транспортирования угольной пы-

ли. Транспортирование осуществляется с малой скоростью при высокой плотности угольной пыли.

Характерной особенностью системы является то, что угольная пыль подается в трубопровод вместе со сжатым воздухом под высоким давлением. При этом на трубопроводе с некоторыми интервалами по его длине установлены усилители давления. Через усилители давления в трубопровод подается дополнительно сжатый воздух, с помощью которого поддерживается давление в трубопроводе на определенном уровне и создается на внутренней поверхности трубы воздушная пленка, что улучшает условия движения угольной пыли. Расход энергии, требуемой для транспортирования значительно меньше по сравнению с известными установками. Кроме того, при таком способе транспортирования значительно повышается долговечность труб, имеется возможность для регулирования скорости транспортирования. Можно транспортировать материал на большие расстояния и на большую высоту и т.п. Производительность установки — 800 т/ч, дальность транспортирования 2000 м, скорость транспортирования 0,25 — 12 м/с, диаметр транспортируемых частиц менее 50 мм, температура транспортируемого материала не более 550°С. Материал можно транспортировать на высоту до 100 м. Установка может применяться также для транспортирования кокса, цемента, глинозема и т.п. материалов [26].

Все большее применение пневмотранспорт находит для подъема на поверхность добываемого в шахтах угля. Максимальная достигнутая высота подъема составляет 535 м. Типичная пневмотранспортная система, используемая для подъема угля, имеет диаметр 350—400 мм и производительность более 250 тыс. т угля в год при высоте подъема 400 м. Действующая в ВНР двухтрубная пневмотранспортная система обеспечивает подъем на поверхность угля с размером частиц до 75 мм. Транспортируемый необогащенный уголь содержит до 50% породы, а в кратковременные периоды транспортируется только пустая порода. Содержание влаги в транспортируемых материалах колеблется от 7 до 15%, а в отдельные периоды достигает 30%. Для пневмотранспортных систем характерны более низкие эксплуатационные расходы и быстрый срок окупаемости по сравнению со скиповыми подъемниками. Так, при подъеме угля на 300 м и общей производительности 200 тыс. т в год стоимость транспортирования 1 т угля пневмотранспортом составляет 69,1 цента, в то время как при использовании скипового подъемника она

достигает 111,8 цента за 1 т (при стоимости электроэнергии 4,5 цента за 1 кВт·ч) [27].

Подвесные канатные дороги играют значительную роль в системе промышленного транспорта. Главным преимуществом подвесных канатных дорог является возможность их использования в гористых районах с большими перепадами высот, где они представляют собой наиболее экономичный способ транспортирования продукции горнодобывающей промышленности.

Хотя производительность канатных дорог по-прежнему является до некоторой степени лимитирующим фактором, тем не менее в настоящее время действуют подвесные канатные дороги, имеющие производительность до 4 млн. т в год и эта цифра в предстоящие годы будет увеличиваться.

В условиях постоянного роста цен на нефтяное топливо особое внимание уделяется повышению энергетической экономичности транспортных систем. Очень часто добыча угля и руды производится в горных районах и добываемые материалы необходимо транспортировать вниз к перерабатывающим заводам или перевалочным пунктам. В этих условиях канатные дороги могут вырабатывать собственную электроэнергию и экономично расходовать ее. Подобная возможность обеспечивается за счет использования в канатных дорогах систем электрического торможения с помощью, например, двигателя постоянного тока с тиристорным управлением. Вырабатываемая таким образом электроэнергия может подаваться в местную электросеть. На случай перебоев в подаче электроэнергии в тормозные двигатели в подобных канатных дорогах предусматриваются дублирующие электромеханические тормозные системы.

С увеличением производительности современных дорог потребовалось существенно увеличить скорость движения ковшей до 4,5 м/с. Преимуществом более высоких скоростей является уменьшение количества ковшей, а следовательно и нагрузки на канаты подвесных дорог. Отличительная особенность новых канатных дорог – использование более эффективных роторных систем загрузки ковшей. С учетом необходимости защиты окружающей среды, в новых канатных дорогах используются герметически закрывающиеся грузонесущие ковшки.

Существенному снижению уровня шума способствует применение нейлоновых опорных колес грузонесущих ковшей. По сравнению с автотранспортом или ленточными конвейерами канатные дороги можно считать практически бесшумными.

Технико-экономический анализ свидетельствует о том, что сооружение канатных дорог требует более высоких первоначаль-

ных затрат по сравнению с автотранспортными системами, в то же время более низкие эксплуатационные расходы позволяют окупить более высокие первоначальные затраты всего за полтора года [28].

По мнению консультационной фирмы Swan Wooster (Канада) применение канатных дорог целесообразно и экономически эффективно при относительно низкой требуемой производительности, не превышающей 500 т/ч, при расстояниях транспортирования, не требующих чрезмерного натяжения троса, а также в случаях, когда топография и характер местности препятствуют эффективной работе других видов транспорта. Сравнительные технико-экономические исследования, выполненные проектной фирмой Tescinemet (Франция), показали, что канатные дороги конкурентоспособны по отношению к ленточным конвейерам только в горных районах, поскольку требуют высоких затрат на техническое содержание и ремонт, а также из-за сложности и повышенной стоимости автоматизации их работы. Даже для сложных трасс с горизонтальными и вертикальными кривыми современные технические средства позволяют создавать ленточные конвейеры, которые могут успешно конкурировать с канатными дорогами даже на холмистой местности. Фирма Voest Alpine (Австрия) считает возможным создание канатных дорог производительностью до 1000 т/ч, но они потребуют повышенных эксплуатационных затрат по сравнению с ленточными конвейерами. Скорость движения ковшей на такой канатной дороге должна быть не более 6 м/с, а интервал между их подходами к пункту разгрузки — не более 9 с. В эксплуатации в настоящее время находятся канатные дороги производительностью 650 т/ч и фирма Bresco (Великобритания) разрабатывает канатную дорогу производительностью более 1000 т/ч такой конструкции, которая должна позволить сократить трудоемкость технического содержания и повысить надежность, что улучшит экономические показатели. Сравнение известных конвейеров и канатных дорог показывает, что при требуемой производительности до 300 т/ч канатные дороги выгоднее конвейеров, при производительности до 500 т/ч конвейеры и канатные дороги конкурируют без преимуществ у какой-либо из этих систем; при производительности до 1000 т/ч конвейеры имеют преимущества, а при еще более высокой производительности канатные дороги не могут конкурировать с конвейерами.

В настоящее время наиболее широкое применение нашли подвесные канатные дороги производительностью 150–400 т/ч. [29].

2. Создание и совершенствование технических средств непрерывного транспорта

2.1. Конвейерный транспорт

За последние 20 лет конвейеры получили широкое распространение в мировой горной практике для транспортирования руд, угля и вскрышных пород. Применение ряда нововведений отразилось на повышении качества оборудования конвейерных установок и улучшении технико-экономических показателей этого прогрессивного вида транспорта. Для минимизации ущерба от повреждений ленты фирмой BF Goodrich разработана специальная система сигнализации, основанная на использовании высокочастотной аппаратуры, автоматически останавливающая конвейерную установку в случае разрыва ленты. Фирмой Omni-Lin (США) создана высокопрочная лента на базе синтетического материала типа Dacron, а также с применением натурального каучука. Французской фирмой REI разработаны системы конвейеров, изгибающихся в горизонтальной плоскости, типа *stereoduc* и *curvoduc*. В этих системах использованы обычные ролики, которые на поворотных участках установлены с учетом подъема ленты в вертикальной плоскости. Конвейеры такого типа могут быть созданы на производительность 40 тыс. т/ч, длину до 50 км и вертикальный подъем до 2 км. Весыма перспективной оказалась конструкция канатно-ленточного конвейера, разработанного фирмой Cable Belt (Великобритания), поскольку в нем разделены тяговые и грузонесущие элементы. Опорные конструкции канатно-ленточных конвейеров значительно дешевле, чем конвейеров обычного типа. Увеличивается срок службы ленты, облегчается ремонт. В Австрии разработана конвейерная лента типа Rip Stop, хорошо противостоящая ударам, проколам, продольным разрывам. Многослойная лента создана с использованием высокоэластичного нержавеющей стального корда. Фирмой Krupp Industrie und Stahlbau (ФРГ) создана конструкция конвейера с промежуточными приводами, обеспечивающими более равномерное натяжение ленты.

Корпорацией Flexowall (США) создан крутонаклонный конвейер на основе ленты с боковыми бортиками и жесткими перегородками. Обеспечивается вертикальный подъем материалов, в том числе руд и угля, при максимальном размере куска 406 мм. Фирмой Serpentix (США) разработана система боковой разгрузки конвейеров с помощью специального пнев-

мощиллиндра, которая может быть использована для полной или частичной разгрузки грузопотока в бункеры. Компактные приводные станции для конвейеров, эксплуатируемых в стесненных условиях, разработаны фирмой Dewti Meco (Великобритания). Фирмой Nilos (ФРГ) разработан специальный материал для покрытия барабанов приводов конвейерных установок, обеспечивающий лучшее сцепление с лентой, что особенно важно при эксплуатации конвейерных линий в условиях повышенной влажности и при транспортировании налипающей горной массы. [30].

В рамках Ганноверской ярмарки (ФРГ, 1982 г.) действовала специализированная ярмарка, организованная Международным центром транспортной техники GeMAT и получившая название GeMAT 82. На ярмарке фирмами ФРГ и других стран были представлены средства для транспортирования сыпучих грузов. Общая протяженность ленточных конвейеров, действующих на угледобывающих шахтах ФРГ, составляет 990 км. На открытых разработках бурого угля в стране используются конвейеры с лентой шириной до 2800 мм. При скорости 7,5 м/с они имеют производительность до 36 тыс. т/ч. Мощность их приводов достигает 12 тыс. кВт. Фирма Continental Gummiwerke AG (ФРГ) выпускает ленты со стальным кордом шириной до 3200 мм и с текстильным кордом шириной до 3600 мм. Покрывающие слои изготавливаются из резины и поливинилхлорида.

Фирма Conrad Scholtr (ФРГ) показала вертикальные ленточные конвейеры с лентой Flexowell, ограниченной по краям гибкими бортиками и снабженной поперечными, наклонными наружными ребрами. При необходимости эта лента может быть перекручена вокруг ее продольной оси на угол 180° . Допускаются также перегибы поперек ее продольной оси на угол 90° . Максимальная высота подъема для таких конвейеров составляет 300 м, крупность кусков транспортируемого груза до 400 мм [31].

Институтом Минпроект (НРБ) создана конструкция перемещающейся в поперечном направлении приводной станции с приводом мощностью 4×630 кВт для перемещаемых ленточных конвейеров, работающих на вскрыше. Ширина лент с синтетическими прокладками или стальным кордом — 1600 и 1800 мм. Скорость движения ленты 5,24 м/с. Производительность конвейера $6000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Станция имеет собственный гусеничный ход. Сваливающийся с ленты налипший материал подается на перегрузочный пункт вспомогательным сборным

конвейером. Общее число барабанов — три: два приводных и один натяжной. Электрооборудование высокого и низкого напряжения установлено в двух кабинах. Управление приводной станцией может быть как местное, так и осуществляться с центрального диспетчерского пункта. Повышение мощности позволило увеличить единичную длину конвейера до 2500 м и сократить число перегрузочных пунктов на 20–30%. Разрабатываются станции с унификацией узлов до 50%. Проводятся испытания передвигающейся промежуточной секции с шарнирно соединенными роликовыми опорами. В новых разработках промежуточных секций с шарнирно соединенными роликовыми опорами расстояние между ними увеличено до 6 м вместо 3 м. Этим достигается уменьшение числа узлов на 50%, что обуславливает значительный технико-экономический эффект. Конструируются 2 модификации станций для перепорачивания ленты (М-314 и М-317), предназначенные как для передвигаемых, так и постоянных ленточных конвейеров. Станция М-314 комплектуется из гирлянд по 5 роликов. Роликовые опоры жестко подвешены к несущей конструкции, высота подвески ю может регулироваться комплектом шайб. Роликовые опоры в М-317 подвешены к несущему канату diam. 32,7 мм, натяжение которого регулируется винтовым устройством. В обеих конструкциях ликвидировано использование амортизирующих устройств. Станции удобны для обслуживания, их собственная масса уменьшена, эксплуатационная надежность повышена. Для перегрузки материала с ленточных конвейеров на конвейер отвалобразователя А-6300 разработано специальное устройство — разгрузочная опорная ферма [32].

Основным и наиболее дорогим элементом конвейеров (до 60% его стоимости) является лента. На предприятиях нашей страны эксплуатируется свыше 20 тыс. км конвейерных лент, а ежегодно ремонтируется или полностью восстанавливается около 4 тыс. км. Анализ показал, что только на предприятиях черной металлургии ежегодно заменяют по различным причинам (естественный износ, некачественная эксплуатация, аварийные ситуации и т.д.) 40–43% всех конвейерных лент, что обходится в 40–50 млн. руб. Из этого ясно, какое большое значение имеет выбор ленты при проектировании конвейеров [33].

Выбор конвейерных лент следует производить как с учетом обычных, так и экстремальных условий эксплуатации. С целью уменьшения потерь времени на аварийные остановки конвейеров необходимо повышение надежности их функционирования.

Напряжение конвейерной ленты должно соответствовать установленным нормам, вытяжка ленты должна составлять не более 2%, во избежание расслаивания должны быть обеспечены достаточная гибкость ленты, необходимое сцепление с барабанами, а также защита от попадания влаги. Вероятность разрыва ленты уменьшается, если размеры транспортируемого материала не превышают 150 мм. Обладка ленты должна противостоять абразивному воздействию пород, а также защищать от солнечных лучей, озона и перепадов температур воздуха. Выбор типа лент (белтинговые, резиновые, нейлоновые, на основе полиэстера и др.) следует производить с учетом условий и режимов их эксплуатации [34].

В настоящее время продолжается работа по созданию и совершенствованию конвейерных лент. Фирма H Rost und Co. GmbH Balatroswerke (ФРГ) выпускает огнестойкие высокопрочные конвейерные ленты, предназначенные для использования при подземной добыче руды. Основу подобной ленты составляет каркас из огнестойкого волокна типа Kevlar, покрываемого с обеих сторон огнестойким хлоропреновым каучуком. Ленты выпускаются с разрывным усилием от 1250 до 3150 Н на 1 мм ширины. Их высокие прочностные свойства были продемонстрированы в процессе их эксплуатации в ряде угольных шахт ФРГ на протяжении трех-четырех лет. Опыт эксплуатации свидетельствует о том, что они не подвержены снижению прочности вследствие усталостных напряжений. Относительное удлинение при рабочем напряжении не превышает 0,09%. По отношению предела текучести к собственной массе волокно типа Kevlar в 5 раз превосходит сталь, благодаря чему обеспечивается экономия энергии, необходимой для привода конвейера. Высокая коррозионная стойкость этого волокна позволяет уменьшить толщину покрытия из хлоропренового каучука. [35].

Это же волокно использовала фирма Saati Societa Industriale of Appiano Gentile (Италия) в производстве бесконечных бесшовных конвейерных лент типа Techn-o-Flex, изготавливаемых с помощью круглоткацкого станка нового типа. Срок службы этих лент в 3-4 раза превышает срок службы обычных сшиваемых конвейерных лент из стекловолокна, пропитываемого фторопластом. Поскольку новые ленты не имеют стыковочных швов, то они обладают одинаковой прочностью по всей своей длине. Уже имеется опыт непрерывной эксплуатации подобных лент на протяжении более года без единого разрыва ленты, в то время как при эксплуатации

обычных лент из стекловолокна, пропитанного фторопластом, происходит от 1 до 3 разрывов ленты в месяц. Бесконечные ленты типа Tecta-e-Flex армируются высокопрочным волокном типа Kevlar и покрываются фторопластом. Эти ленты обладают очень высокой прочностью на разрыв. Так лента шириной 910 мм и толщиной 250 мкм выдерживает без разрыва нагрузку до 7 тс, прикладываемую в любой точке по длине ленты. Были проведены сравнительные испытания двух лент, армированных обычным волокном Kevlar. В ходе этих испытаний лента со средней толщиной 300 мкм изгибалась под нагрузкой в обоих направлениях на 135° со скоростью 175 двойных изгибов в 1 мин. При этом нагрузка на ленту составляла 0,33 кг на 10 мм ширины ленты. Испытания продолжались до появления надрывов в месте изгиба. Лента из обычного стекловолокна выдержала 790 двойных изгибов, в то время как лента из волокна Kevlar не имела видимых повреждений после 185 тыс. двойных изгибов. В настоящее время фирмой освоено производство лент серии KN с длиной окружности 2100, 3200, 3890, 4500 и 6000 мм при любой ширине ленты вплоть до 2000 мм. Эти ленты выпускаются толщиной 250 мкм для нормальных нагрузок и толщиной до 400 мкм для более высоких механических нагрузок. Выпускаются также антистатические ленты серии KG таких же размеров [36].

Недавно появились конвейерные ленты из новой стеклоткани, пропитанной синтетическим полимером PTFE (политетрафторэтилен). Новый материал находит преимущественное использование там, где требуются устойчивость при повышенных температурах, хорошие химические, физические и антисклеивающие свойства. Он хорошо выдерживает динамические нагрузки в диапазоне температур от -60 до $+250^{\circ}\text{C}$, а кратковременно до -300°C , не воспламеняется, абсолютно устойчив к влиянию внешней среды, имеет незначительный коэффициент сцепления [37].

Надежность и долговечность конвейерной ленты зависит также и от своевременного обнаружения повреждений ленты, для чего разработано немало устройств. Принцип действия большинства из них основывается на механическом контакте с лентой контактного рычага или ролика, несущих электрический датчик, контактирующий с непрерывным продольным электроприводом в ленте или с поперечными проводниками, расположенными в ленте через определенные интервалы. При разрыве провода нарушается непрерывность электрической

цепи и генерируется сигнал, останавливающий конвейер. Недостатком подобных систем является возможность отклонений ленты, вызывающих разрыв электроцепи, и быстрый износ контактных рычагов или роликов. В связи с этим фирмой BF Goodrich (США) после нескольких лет исследований была разработана система SENTRE II, принцип действия которой основан на обнаружении радиочастотных сигналов. В ленту между ее каркасом и нижним покрытием, закладываются поперечные антенны, причем расстояние между ними может быть неодинаковым. Под лентой располагается передатчик, посылающий непрерывные радиосигналы и не касающийся ленты. Также под лентой располагается приемное устройство, ориентированное в пространстве по отношению к передатчику таким образом, что оно принимает радиосигналы только в том случае, когда между ним и передатчиком находится очередная поперечная антенна. Принимаемый сигнал передается по кабелю в микропроцессор, где поступающие сигналы сравниваются с программой, хранящейся в памяти микропроцессора, в которую закладывается определенная очередность поступления сигналов. При несоответствии поступающих сигналов в программе генерируется сигнал, останавливающий конвейер [38].

Автоматическая система успешно внедрена на целом ряде угольных и горнорудных предприятий. Применение системы экономически целесообразно, если ущерб от простоев конвейеров и ремонтов превышает затраты на ее приобретение. Как правило, около 80% разрывов конвейерных лент имеет место в местах погрузки, а 15% — на разгрузочных пунктах, поэтому установку датчиков следует производить именно в этих местах. На карьере Republic (шт. Мичиган, США), где используется конвейерная лента длиной 1830 м и шириной 1219 мм резино-тросового типа для транспортирования скальной горной массы в схеме циклично-поточной технологии, была успешно использована данная следящая система. Срабатывание системы в случае порыва ленты происходит достаточно быстро: после полной остановки конвейера было повреждено лишь 40 м ленты, ремонт которой был произведен за 7 ч. Стоимость же замены всей ленты оценивается в 400 тыс. долл. при стоимости автоматической следящей системы 70 тыс. долл. Данная система автоматического управления может применяться при различной скорости движения конвейерных лент [39].

Повышению надежности работы конвейеров способствует и своевременная очистка лент.

Согласно некоторым оценкам, потери от неудовлетворительной очистки конвейеров составляют от 5 до 10 тыс. долл. на каждый конвейер в год. В связи с этим разработано много различных устройств для очистки конвейерных лент. Часть подобных устройств основана на предотвращении прилипания транспортируемых материалов в конвейерной ленте.

Более эффективным способом уменьшения прилипаемости материалов к ленте конвейера является совершенствование конструкции загрузочных устройств. Степень адгезии материала к ленте конвейера прямо пропорциональна силе удара этого материала о ленту.

Широко используются очистные устройства скребкового типа самых различных конструкций. Они изготавливаются из резины, фторопласта, металлов, карбида вольфрама и других материалов. Скребоквые очистные устройства отличаются простотой конструкции и невысокой стоимостью, однако они эффективны только в случае минимальной адгезии транспортируемых материалов к конвейерной ленте.

Эффективность скребковых устройств зависит прежде всего от контактного давления по всей ширине ленты. Это давление обеспечивается противовесами, пружинными устройствами или другими механизмами. Поскольку на практике величина контактного давления устанавливается весьма приблизительно, то это часто приводит к ускоренному износу ленты.

Широко также распространены очистные устройства щеточного типа, в том числе и с использованием вращающихся щеток. Вращающаяся щетка приводится в движение вспомогательными электродвигателями; в зоне ее контакта с лентой направление вращения щетки противоположно направлению движения конвейерной ленты. Очистные устройства щеточного типа особенно эффективны при транспортировании гранулированных материалов. Однако при работе с вязкими и липкими материалами они быстро забиваются этими материалами и теряют свою эффективность. Кроме того, их эффективность резко снижается по мере износа щетины.

Не отличаются особенно длительным сроком службы и металлические щетки. Так, при использовании металлических щеток для очистки конвейеров, доставляющих нагретый до 150°С асфальт, эти щетки выходят из строя в среднем через 15-20 дней.

Очистные устройства струнного типа основаны на использовании стального троса, натягиваемого поперек конвейерной ленты. При правильной установке троса подобные устройства

могут быть весьма эффективными. Их недостатком является довольно быстрый износ тросов, требующих частой замены.

Существенному повышению надежности очистных устройств струнного типа способствует использование в них механизмов, обеспечивающих перемещение троса с целью автоматической его замены по мере износа. В подобном очистном устройстве специальное реле времени автоматически перемещает трос через определенные интервалы времени, зависящие от абразивности транспортируемых материалов.

Устройство оснащается двумя катушками, вмещающими по 1000 м троса. По мере износа троса он перематывается с одной катушки на другую. Опыт эксплуатации таких устройств показывает, что на одной катушке с новым тросом они могут работать в течение 1 года или 5000 ч [40].

В отдельных случаях вместо устройств для очистки ленты (или вместе с ними) применяется инверсия лент ленточного конвейера, т.е. поворот нижней ветви ленты на 180° относительно ее продольной оси, что позволяет очищать ленту от прилипших к ней остатков груза, в дополнение к механическим очистным устройствам. При инверсии лента скользит по роликам чистой стороной. Лента переворачивается при переходе на нижнюю ветвь и возвращается в исходное положение при выходе с нее. Однако возможен один переворот ленты при поочередном использовании обеих ее сторон для транспортирования груза, благодаря чему выравнивается износ сторон ленты, и обеспечивается лучшее охлаждение ленты при транспортировании горячих грузов. Возможны 2 способа инверсии ленты с помощью роликов. По первому способу (прямая инверсия) часть ленты при неизменном направлении движения образует винтовую поверхность относительно своей продольной оси. Это осуществляется с помощью двух вертикальных направляющих роликов, расположенных в середине участка инверсии. Прямая инверсия требует значительного увеличения высоты конвейера. По второму способу лента принимает форму желоба. Для этого используется несколько небольших поддерживающих роликов. Для узких лент на текстильной основе (менее 1 м шириной) толщиной менее 12 мм при скорости движения не более 2 м/с используется свободная инверсия без использования вспомогательных роликов. В этом случае лента несколько деформируется под действием собственной тяжести. При инверсии с использованием достаточного количества рационально расположенных роликов выдерживается необходимая форма участка инверсии, не зависящая от длины

этого участка, натяжения ленты и скорости движения. При прямой инверсии ленты на хлопчатобумажной основе длина участка инверсии должна быть больше ширины ленты в 10 раз, на основе искусственного волокна — в 12,5 раза, на металлической — в 25 раз [41].

Срок службы конвейерных лент в значительной мере зависит и от конструкции погрузочных и перегрузочных устройств, которым в последнее время уделяется все больше внимания. Для мощного ленточного конвейера 2 ЛУ160 разработана конструкция перегрузочного устройства, состоящая из следующих основных элементов: приемного бункера с гасителями скорости подающего желоба, устанавливаемого при скоростях движения ленты свыше 2,5 м/с; приспособления для формирования потока транспортируемого материала. Приемный бункер установлен на опорах: стационарных (для конвейеров горизонтальных или с небольшим наклоном) или телескопических (для конвейеров, расположенных под углами свыше 60°). С помощью телескопических стоек приемный бункер всегда можно смонтировать горизонтально, что особенно важно при подаче груза с горизонтального конвейера на наклонный. Для облегчения приема транспортируемого материала с любой стороны перегрузочного устройства боковые листы приемного бункера выполнены съемными и взаимозаменяемыми. Груз попадает на гасители скорости, выполненные в виде рессор, набираемых из нескольких слоев конвейерной ленты и слоя стальных канатов. Жесткость гасителей скорости подбирают для конкретных условий эксплуатации. Для мощных ленточных конвейеров типа 2ЛУ170 дополнительно предусмотрено применение пятироликовых опор, с резиновыми кольцами. Роликоопоры подвешены на резиновых амортизаторах. На конвейерах производительностью до 500 т/ч гасители скорости пропускают материал непосредственно на ленту. При применении подобных перегрузочных устройств исключается необходимость использования дополнительных амортизаторов на роликоопорах. Как показали промышленные испытания перегрузочного устройства с гасителями скорости на конвейере МЛК, а также последующая эксплуатация на конвейере 1 ЛУ120, скорость падающего материала гасится на 60–70% в зависимости от погонной нагрузки. В результате анализа выявлено, что выход мелких классов транспортируемого материала в этих перегрузочных устройствах уменьшается по сравнению с традиционными загрузочными устройствами на 40–60%. Только за счет этого экономический эффект от внедрения одного перегрузочного устройства составляет около 7 тыс. руб. в год [42].

В последние годы большое внимание уделяется разработке и совершенствованию весоизмерительных устройств для непрерывного измерения массы сыпучих материалов, транспортируемых по ленточным конвейерам. При использовании подобных устройств измеряемая масса выражается в виде общей массы материалов, перемещаемых за определенный период, и в виде скорости потока, выражаемой в кг/ч или т/ч. Поскольку скорость потока является функцией массы материала и скорости ленты, то оба эти параметра должны определяться с высокой точностью.

Большинство современных весоизмерительных устройств ленточного типа обеспечивают точность измерения в пределах $\pm 0,25\%$, а некоторые устройства подобного типа, предназначенные для специфических материалов, имеют точность $\pm 0,125\%$.

Типичное весоизмерительное устройство ленточного типа состоит из жесткой рамы, двух или больше датчиков массы и одного или больше роликов, смонтированных под лентой. Лента опирается на ролики, и датчики фиксируют проходящую на них нагрузку.

В это же самое время тахометр определяет скорость движения ленты и передает измеренные значения в блок управления. Скорость потока определяется путем интегрирования показаний тахометра и датчиков веса.

Существует четыре типа ленточных весоизмерительных устройств: электронные, механические, радиационные и пневматические. Все они, кроме радиационных, определяют массу материала, находящегося на ленте.

В электронных весоизмерительных устройствах в качестве датчиков массы используются тензодатчики или индуктивные датчики. Оба типа датчиков обладают достаточно высокой точностью и надежностью и выбор того или иного датчика определяется скорее возможностями компоновки данного датчика в системе.

Механические весоизмерительные устройства состоят из тяг и шарнирных соединений, а также различных интегрирующих механизмов. Примером подобного интегратора может служить дискошаровой механизм. Диск этого механизма соединяется с лентой и вращается со скоростью, пропорциональной скорости движения ленты. Шар крепится на валике, смещение которого пропорционально массе транспортируемых материалов. Шар помещается по прямой линии поперек диска. Произведение числа оборотов диска (скорость ленты) и поперечной координаты шара и валика (масса) дает скорость потока.

Радиационные весоизмерительные устройства ленточного типа измеряют степень поглощения радиации транспортируемым материалом и преобразуют полученные значения в массу этого материала. Первоначально в лабораторных условиях определяется рациональная проникаемость данного материала. Затем над лентой конвейера устанавливается датчик радиоактивного излучения, а под лентой — счетчик излучений. Подобные полупроводниковые устройства отличаются простотой конструкции и сравнительно невысокой стоимостью. Однако наличие инородных включений в транспортируемом материале или колебания в его составе могут влиять на точность измерений.

В пневматических весоизмерительных устройствах ленточного типа используется рычажная система, изменяющая поток воздуха через диафрагму при уменьшении или увеличении нагрузки.

Очень важное значение имеет конструкция подвески весоизмерительного устройства. Для определения массы проходящего над весоизмерительным устройством материала и его суммирования за определенный период времени необходимо производить взвешивание достаточно больших количеств этого материала. Единичный подвесной ролик весоизмерительного устройства дает мгновенное значение массы небольшого объема материала. Подвесная система из нескольких роликов позволяет увеличить объем взвешиваемого материала и тем самым повысить точность измерения скорости потока.

Важное значение имеет также точность измерения скорости движения ленты. Для этой цели обычно используют тахометры с импульсными генераторами. Если при этом используется импульсный генератор механического типа, колесо которого контактирует с лентой конвейера, то этот контакт должен быть достаточно надежным на протяжении всего периода измерений. Скручивание ленты или ее подпрыгивание над роликами могут влиять на точность измерений скорости. В целях уменьшения вероятности подпрыгивания ленты рекомендуется сращивать концы конвейерной ленты путем вулканизации.

Еще одним важным фактором является отношение массы материала, находящегося на ленте, к собственной массе ленты. Если масса транспортируемого материала составляет лишь незначительную долю массы ленты, то это ведет к снижению точности измерений. С целью обеспечения максимальной достоверности результатов измерений масса измеряемого материала должна находиться в пределах от 50 до 98% от верхнего предела измерений весоизмерительного устройства [43].

2.2. Гидравлический и пневматический транспорт

Экономичность трубопроводного транспорта твердых материалов с использованием для этой цели центробежных насосов зависит от оптимизации гидравлического к.п.д. насоса и соотношения стоимости и срока службы сменных узлов насоса. Эти факторы зависят от оптимизации насосов и выбора материалов для изготовления наиболее подверженных износу деталей насосов.

При конструировании насосов для перекачки пульпы не всегда удается добиться одновременно как максимального к.п.д., так и максимального срока службы основных узлов насоса и поэтому часто приходится прибегать к разумному компромиссу. Так, увеличение частоты вращения насосов часто позволяет повысить их к.п.д., но при этом одновременно увеличивается интенсивность износа. В то же время уменьшение скорости насосов хотя и способствует уменьшению износа, но влечет за собой снижение к.п.д. и рост расходов на их изготовление, поскольку при снижении скорости для обеспечения той же самой производительности приходится увеличивать диаметр, а стоимость изготовления насосов пропорциональна диаметру крыльчатки в степени 2 или 3.

В настоящее время при разработке насосов для перекачки пульпы проявляется тенденция к отказу от крыльчатки с чисто радиальным потоком, с тем, чтобы обеспечить более плавный вход потока в крыльчатку и уменьшить тем самым износ, обусловленный поворотом потока под прямым углом, имеющим место в крыльчатках с радиальным потоком.

Еще одной переменной в конструкции насосов является число лопастей и их ширина. Увеличение количества лопастей позволяет конструктору повысить к.п.д. насоса и дает более пологую кривую зависимости между напором, создаваемым насосом, и расходом. Увеличение ширины лопастей также способствует получению более пологой характеристики насоса. Пределы, в которых могут изменяться эти переменные, зависят от материалов, используемых при изготовлении насосов, от размеров твердых частиц транспортируемых материалов и от желательных характеристик насоса. К примеру, если увеличивается число лопастей и уменьшается их ширина, то тем самым ограничивается выбор материалов, который можно ис-

пользовать для изготовления крыльчатки, а также ограничивается максимальный размер транспортируемых частиц.

Преимущество пологих характеристик заключается в том, что они позволяют обеспечивать большинство требуемых значений расходов и напоров при небольших скоростях вращения крыльчатки. В то же время пологие характеристики нежелательны в системах с низкими потерями напора на трение.

Улитки центробежных насосов могут иметь спиральную или круглую форму. Возможно также использование какой-то промежуточной геометрической формы. При конструировании насосов для перекачки пульпы важное значение имеет минимизация зазора между боковыми поверхностями крыльчатки и корпусом насоса, в особенности со стороны всасывания. С уменьшением этого зазора уменьшаются потери из-за рециркуляции перекачиваемой пульпы.

Важное значение имеет также величина зазора между периферийной частью крыльчатки и корпусом насоса. Этот зазор должен быть достаточно мал для того, чтобы обеспечить требуемый к.п.д. гидравлической установки, и в то же время он должен быть достаточно большим, чтобы исключить чрезмерный износ при высоких скоростях потока и обеспечить прохождение наиболее крупных транспортируемых частиц.

Помимо оптимизации к.п.д. гидравлической установки и срока службы деталей, необходимо также добиваться максимально возможного сокращения стоимости замены изнашиваемых деталей насосов. Детали насосов, контактирующие с перекачиваемой пульпой, могут изготавливаться из самых различных материалов, включая такие твердые материалы, как марганцевые стали, стали с содержанием хрома до 28% и износостойкий мартенситный чугун, а также эластичные материалы, в том числе натуральная резина, неопрен, бутилкаучук и другие синтетические пластики. Выбор материалов определяется характером ожидаемого износа [44].

Существуют три основных типа абразивного износа: ударный износ, износ истирания, эрозионный износ.

Ударный износ имеет место тогда, когда крупные твердые частицы ударяются о поверхность металла с такой силой, при которой возникают значительные ударные нагрузки, достаточные для отрыва от поверхности металла частиц ощутимых размеров. Этот вид износа обычно играет главную роль в системах транспортирования разрыхляемого грунта или грунта.

Износ истирания связан с появлением и разрушением мел-

ких частиц в зазорах между двумя близлежащими поверхностями, например, в боковых зазорах между крыльчаткой и корпусом насоса. При этом возникают чрезвычайно высокие напряжения, вызывающие микрорастрескивание (отделение металлических частиц от поверхности основного металла вследствие усталостных напряжений).

Эрозионный износ обусловлен ударами мельчайших частиц о поверхность металла. Именно этот вид износа обычно играет преобладающую роль в насосах, используемых для перекачки пульпы.

Если преобладающее значение имеет ударный износ, то в этом случае необходимо использовать материалы с повышенной ударной вязкостью. Ударная вязкость материалов определяется величиной пластических деформаций, которые они выдерживают без растрескивания. Обычно, чем больше разница между пределом текучести и пределом прочности, тем выше ударная вязкость данного материала. Идеальным является материал, обладающий высокой поверхностной твердостью, высокой ударной вязкостью и высоким пределом прочности. Но все эти желательные свойства не могут сочетаться в одном и том же материале и поэтому оптимальное, с точки зрения практики, сочетание свойств материала обычно достигается за счет снижения твердости.

С целью противодействия ударному износу насосы для перекачки пульпы изготавливаются из аустенитных марганцевистых сталей. Именно из таких сталей изготавливают насосы земснарядов, а также насосы, используемые для транспортирования гравия в потоке воды.

В случае износа в результате истирания, необходимы материалы, обладающие как высокой твердостью, так и высокой ударной вязкостью. Эти материалы должны также обладать высокой прочностью на срез и на сжатие. В этом случае возможно увеличение твердости материала за счет его ударной вязкости. Для изготовления насосов, подвергающихся износу в результате истирания, используются композитные материалы на основе карбидов вольфрама, мартенситные белые чугуны (например, чугун, содержащий 15% хрома и 3% молибдена) и сплавы, упрочненные никелем (4% никеля и 2% хрома при пониженном содержании углерода).

В случае эрозионного износа необходимы твердые материалы, имеющие твердость по Роквеллу порядка 55-63 единицы. Наилучшим из таких материалов является чугун с повышенным содержанием хрома (28%). Могут также использоваться мартенситные белые чугуны и никелевые сплавы.

Из неметаллических материалов, используемых в насосах, предназначенных для перекачки абразивных пульп, наиболее широко применяется натуральная резина. Благодаря тому, что она легко деформируется при ударах, резина исключительно хорошо противостоит эрозионному износу. Физические характеристики резины, определяющие ее стойкость против износа, отличаются от физических характеристик металлов. Так, срок службы резиновых деталей зависит от технологии ее изготовления и ее состава.

Если натуральная резина совместима с жидкой фазой пульпы, то по своей стойкости против эрозионного износа она значительно превосходит любые металлы или другие эластомеры. Но это справедливо лишь до определенного предельного размера твердых частиц (не более 1 мм) и определенной предельной скорости потока.

Добавление в натуральную резину наполнителей снижает срок службы резиновых деталей и поэтому при изготовлении резиновой облицовки для насосов необходимо обеспечивать минимально возможное содержание сажи, используемой в качестве наполнителя.

Для обеспечения высокой стойкости против эрозионного износа эластомер должен обладать:

- высокой упругостью;
- высокой эластичностью (способность эластично растягивается на 700-800%);
- низкой твердостью;
- высокой стойкостью к прорезам и высоким сопротивлениям надрывам;
- высокой прочностью на разрыв (до 28 МПа).

При превышении определенной критической скорости потока твердые частицы начинают срезать резину. Именно поэтому насосы с резиновой облицовкой имеют ограничения по рабочей скорости. Натуральная резина может длительное время работать при температурах до 66°C.

Неопреновая резина уступает по своей стойкости против абразивного износа натуральной резине, однако главное преимущество неопреновой резины заключается в ее стойкости против воздействия нефтяных масел. Поэтому она также находит применение в качестве облицовки в насосах, используемых для перекачки абразивных пульп [45]. Выбор мер для снижения или компенсации износа значительно зависит от целого ряда факторов. Такими факторами являются способ прокладки трубопровода (подземный или наземный), протяженность пос-

ладного, вид транспортируемого вещества, его стоимость (ценное и малоценное сырье, отходы и т.д.), требуемый режим транспортирования (постоянный или переменный расход, постоянный или переменный фракционный состав).

Трубопроводы большой протяженности, по которым гидропульпа в зависимости от зернистости и концентрации твердого вещества перекачивается со скоростью в пределах 1,5 – 2,2 м/с, прокладываются почти исключительно под землей. Для них применяют трубы из специальных сталей, а толщина стенок выбирается с учетом необходимости компенсации их эксплуатационного эрозионного износа. Внутренняя поверхность труб не подвергается специальной обработке и не защищается никаким покрытием.

Расчетное значение увеличения толщины стенок труб для компенсации износа составляет 0,05 – 0,1 мм на 1 год эксплуатации. Таким образом, если проектная долговечность трубопровода составляет 30 лет, то толщина стенок труб, полученная в результате статических и динамических расчетов на прочность, должна быть увеличена на 3 мм. При этом очень важно обоснованное увеличение стенок труб, поскольку стоимость строительства непропорционально резко возрастает с увеличением этой величины.

Для рудопровода в Бразилии и углепровода в США (шт. Аризона и Невада), эксплуатирующихся при наиболее высоком давлении, особенно пригодна высокопрочная сталь StE 415,7 или, соответственно, API Std 5LX60. При небольшой толщине стенок трубы из таких сталей способны воспринимать значительные внутренние давления, что упрощает задачу увеличения толщины стенок для компенсации износа. Кроме того, высокопрочные стали хорошо противостоят эрозии.

В производстве землечерпалок были проведены сравнительные исследования износостойкости труб из стали StE 240,7, полиамидных труб и стальных труб с газоплазменной обработкой внутренней поверхности.

До начала испытаний внутренний радиус трубы из полиамида составлял 220,96 мм, толщина стенки 15,48 мм; у трубы из стали St 37,2 радиус 224,38, толщина стенки 6,42 мм; у стальной трубы с термообработкой радиус 227,46 мм, толщина стенки 6,54 мм. Наибольший износ показали трубы из полиамида, наименьший – стальные трубы с упрочненной внутренней поверхностью. К тому же полиамидные трубы оказались склонными к хрупкому разрушению при установке их непосредственно за насосом или при действии на них повышенных механических нагрузок.

Однако в начале перекачки расход энергии на транспортирование по полиамидному трубопроводу был заметно меньше, чем при перекачке по стальным трубам (вследствие более гладких стенок), но мере ухудшения шероховатости расход энергии увеличивался. Особенно неблагоприятно в этом плане сказался переход на транспортирование кварцевого песка, имеющего зерна с острыми кромками.

Более существенное влияние на экономичность перекачки, имея в виду расход энергии, оказало ухудшение шероховатости в трубах с газоплазменной обработкой. Трубы с такой обработкой в 1,8–2 раза дороже обычных стальных труб, а износостойкость термообработанных труб лишь в 1,5 раза превышает износостойкость труб без термообработки. Поэтому использование труб с термоупрочнением внутренней поверхности применительно к рассматриваемому случаю (трубопроводы, землечерпалки) оказалось нецелесообразным.

Имеются примеры успешного применения гидротранспортных трубопроводов из синтетических материалов. Один из них, выполненный из поливинилхлорида, внедрен для сброса флотационных хвостов из каменноугольной обогатительной установки в осадительный пруд. Длина трубопровода 1,8 км, диаметр 100 мм. В качестве эксперимента в трубопровод был вмонтирован стальной участок. На пластмассовых трубах не было обнаружено износа за 10 лет эксплуатации. Стальной же участок очень быстро вышел из строя из-за коррозионного и эрозийного износа. Величина pH гидросульфы колебалась в ходе эксплуатации гидротранспортировки от 5 до 8.

Довольно сложным бывает выбор материалов труб для транспортирования высокоабразивных и химически агрессивных веществ с большими колебаниями зернистости, концентрации и других физических и химических свойств смеси. Эффект от комбинации этих факторов зачастую оказывается большим суммой эффектов от каждого фактора в отдельности. Однако крупные зерна в транспортируемом веществе повышают опасность возникновения пробок.

Для предотвращения такой опасности идут на повышение скорости перекачки, что еще более усиливает эрозийное воздействие потока на стенки труб. Использование ингибиторов коррозии в этих случаях также исключено из экономических соображений, поскольку из-за характерных для подобных трубопроводов высоких производительностей потребовался бы слишком большой расход ингибиторов.

Отмечается, что при перекачке высокоабразивных веществ

хорошую износостойкость показывают трубы из синтетических материалов или стальные трубы с облицовкой из пластика. Деревянные трубы хорошо себя зарекомендовали при перекачке химических агрессивных смесей. Такие трубы нечувствительны к колебаниям температуры, но подвержены механическому износу.

Пластмассовые трубы из полиэтилена, полибутилена и полиуретана имеют длительный срок эксплуатации при температурах до 60°C . Полиэтилен при наземной прокладке склонен к охрупчиванию под действием солнечных лучей. Трубы, облицованные полиуретаном, успешно используются в Великобритании для транспортирования каолина [46].

В последнее время трубы из полиамидов, изготовленные методом центробежного литья, часто вытесняют стальные; они обладают высокой прочностью на разрыв, но при этом в определенной степени эластичны, сохраняют механическую прочность в диапазоне температур от -30 до $+110^{\circ}\text{C}$ и стойки к действию УФ-лучей. Остаточная термическая деформация возникает лишь при $+200^{\circ}\text{C}$. Плотность материала $1,15 \text{ г/см}^3$. Высокая износостойкость и малая шероховатость стенок обеспечивают низкий уровень затрат энергии на перекачку гидروطлы.

В гидротранспортных установках различного назначения (перекачка металлургического шлама, бетона, песка и т.д.) хорошо себя зарекомендовали трубы из полиэтилена. Представляют интерес результаты сравнительных испытаний труб диаметром 50 мм из стали 37,2 и полиэтилена высокого давления с толщиной стенок 6 мм при радиусах изгиба от 6 до 30 диаметров. Испытания проводились до появления в стенках сквозных отверстий. Перекачиваемой средой служила смесь воды и кварцевого песка. Концентрация песка 7 и 14%, зернистость 1–2,5 мм, скорость потока 7 м/с. В ходе испытаний было установлено следующее. Износостойкость полиэтиленовых труб оказалась в 4–6 раз выше, чем у стальных. Износ колен из полиэтилена не зависел от крутизны их изгиба в диапазоне радиусов до 12 диаметров. Другое сравнительное экспериментальное исследование было проведено с трубами из полиэтилена, жесткого поливинилхлорида, стали с внутренним покрытием из резины твердостью 40–50 по Шору и из стали с внутренним покрытием из плавленого базальта. Опыты проводились на трубах диаметром 200–250 мм, длиной 3 м. В качестве перекачиваемой среды также служила смесь воды и кварцевого песка. Концентрация песка 30%, зернистость до 1,3 мм, скорость потока 2,3 – 3,9 м/с. В течение двух лет по трубам

перекачивали пульпу в количестве 400 тыс. т в год. После этого износа полиэтиленовых труб обнаружено не было. Напротив, износ стальных труб оказался значительным. К тому же стальные трубы на 30% дороже полиэтиленовых. Остальные трубы показали высокую износостойкость, однако они также имеют более высокую стоимость, чем полиэтиленовые [47].

Для транспортирования зольной пульпы были успешно применены трубы из эпоксидной смолы, армированной стекловолокном, имеющие внутреннюю облицовку из керамической плитки, изготовленной из глинозема. Модуль упругости при изгибе пластиковых труб с керамической облицовкой превышает 70 тыс. кгс/см². Твердость по Роквеллу керамической облицовки из глинозема равна 77. При изготовлении керамические плитки укладываются на полированную стальную оправку, после чего на нее спирально наматывается стекловолокно, пропитанное эпоксидной смолой. При снижении температуры (температура полимеризации равна 230°C) до комнатной температуры эпоксидная смола подвергается более интенсивному температурному сжатию по сравнению с керамической плиткой, в результате чего эта плитка подвергается предварительному напряжению. В качестве эпоксидного адгезива, удерживающего плитки, используется та же самая смола, которая применяется для изготовления основной трубы, благодаря чему обеспечивается монолитность всей структуры. Усилие, необходимое для отрыва одной плитки, превышает 1800 кгс. На тепловой электростанции в шт. Огайо (США) были уложены экспериментальные секции труб из эпоксидной смолы, армированной стекловолокном, снабженные керамической облицовкой. По ним перекачивалась пульпа, содержащая от 10 до 15% золы при скорости потока 4,5 м/с. После 28 месяцев эксплуатации максимальный износ в нижней части трубы не превышал 0,4 мм [48].

В ряде случаев в гидротранспортных системах используются гибкие шланги. Эластичные резиновые шланги, используемые в горнодобывающей промышленности для перекачки пульпы, имеют высокую стоимость и поэтому выбор подобных шлангов для выполнения конкретной работы требует особого внимания. Эластичные шланги используются для перекачки пульпы, содержащей от 10 до 50% твердых частиц различного рода, начиная от мелкого зернистого песка и кончая гравием и крупнокусковым углем. Вода, в потоке которой транспортируются эти твердые материалы, может содержать кислоты, в том числе серную кислоту, щелочи, соли или углеводороды, например, керосин.

Наиболее типичными областями применения эластичных шлангов в подобных целях является:

- перекачка хвостов обогащения руды в дробилки или пруды-отстойники;
- перекачка размываемой руды на перерабатывающие заводы;
- распределение песка, шлама и гравия при намыве грунта;
- транспортирование мелкоразмельченного угля в потоке воды.

Преимущества резиновых шлангов в подобных условиях - возможность использования достаточно гибких соединений, облегчающих удлинение транспортной системы; способность шлангов гасить вибрации; стойкость против истирания и химическая стойкость.

Выбор шлангов для перекачки пульпы определяется конкретными условиями, в которых им предстоит работать. Первоочередное значение при этом имеет ряд транспортируемых материалов, температура и скорость пульпы, рабочее давление в системе, расстояние транспортирования и наличие изгиба на трассе. Если эластичные шланги являются продолжением трубопровода, то они должны рассчитываться на давление, соответствующее рабочему давлению в трубопроводе. Промышленность выпускает шланги с номинальным рабочим давлением 1,75; 3; 5; 7; 10,5; 14 кгс/см². Выпускаются также специальные высококачественные шланги, рассчитанные на давления до 35 кгс/см². В процессе работы шланги могут подвергаться значительным внешним воздействиям, например вибрации или изгибам. Для подобных условий следует выбирать шланги с номинальным давлением не менее 7 кгс/см².

Диаметр шланга выбирается в соответствии с диаметром трубопроводов или фитингов, к которым присоединяются шланги. Лучше всего, если внутренний диаметр шланга соответствует внутреннему диаметру трубопровода. Внутренняя оболочка шлангов выбирается в зависимости от рода транспортируемых материалов. Обычно для изготовления внутренних оболочек используют следующие материалы:

- черный бутадиевстирольный каучук (для обычных пульп);
- ненаполненная резина (для пульп, содержащих кислоты или основания, особенно если их концентрация превышает 10%);
- неопреновая резина (для пульп, содержащих масла, керосин или следы нефтяных топлив).

Все резиновые оболочки, рекомендованные для шлангов, используемых для перекачки пульпы, удовлетворительно работают при температурах до 65°C , однако в диапазоне температур от 65 до 82°C следует использовать шланги с неопреновой внутренней оболочкой.

Выбор толщины внутренней оболочки определяется абразивностью транспортируемых материалов. При транспортировании тонкоразмельченных материалов (мелкозернистый песок или ил) и при содержании твердой фазы в пульпе в пределах от 10 до 20% толщина внутренней оболочки может составлять 6,5 мм, а при концентрации твердой фазы более 20% ее следует увеличивать до 9 мм. При транспортировании крупнозернистого песка и мелкого гравия рекомендованная толщина стенок внутренней оболочки составляет 9 мм, если концентрация твердой фазы находится в пределах от 10 до 20%, и она увеличивается до 13 мм при концентрациях более 20%.

При транспортировании скальных пород и руды с размером частиц до 13 мм следует использовать внутренние оболочки с толщиной стенок 13 мм. При транспортировании материалов с высокой абразивностью в условиях, когда шланги изгибаются с минимальными радиусами изгиба, следует использовать более толстые внутренние оболочки. Шланги, имеющие внутренний диаметр более 300 мм, часто выпускаются с внутренними оболочками, имеющими толщину стенок 25 мм.

Приведенные выше рекомендации относятся к условиям перекачки пульпы со скоростью 2,4–4,2 м/с.

Стандартные наружные оболочки шлангов обычно имеют толщину 3 мм и изготавливаются из бутадиенстирольного каучука. Возможно также использование неопреновой резины.

Важное значение имеет также правильное обращение со шлангами в процессе их укладки и эксплуатации. Нельзя, например, перемещать шланги путем волочения по земле. Для перемещения шлангов следует использовать подъемные краны или какие-либо другие подъемники. При этом не следует поднимать шланг за среднюю часть при свободно свисающих концах. При подъеме шланга с помощью крана шланг следует поддерживать стропами, располагающимися через каждые 2,5–3 м. Не рекомендуется сматывать шланги в бухты, поскольку при этом могут возникать чрезмерные напряжения.

Важное значение имеет опорная поверхность для шлангов. Обычно шланги укладывают на землю или на опорах, расстояние между которыми не должно превышать 2,5–4 м.

В процессе эксплуатации шлангов, используемых для пере-

качки абразивных пульп, их следует периодически поворачивать на 90° вокруг продольной оси, что позволяет равномернее распределить износ по окружности шлангов и тем самым увеличить срок их службы [49].

Продолжается разработка способов оптимизации систем гидротранспорта сыпучих материалов за счет увеличения их доли в концентрации в перемещаемой пульпе. Один из них — оптимизация гидротранспорта путем регулирования производительности насосных станций. Специалисты Промтранснипроекта определили эффективность применения регулирования в системах гидротранспорта хвостов железорудных ГОКов с годовой производительностью 10, 15, 20 млн. т отходов при дальности перемещения 5, 10, 15 км и подъемах пульпы на хвостохранилища высотой 20 и 60 м. Показатели рассчитаны для систем гидротранспорта со сгущением 1/3. В среднем экономический эффект от применения регулирования в системах гидротранспорта отходов обогащения руд составляет 0,5 коп. за 1 т. Промтранснипроектом выпущено Методическое руководство по выбору оптимального способа регулирования производительности гидротранспортных установок промышленности строительных материалов и строительства.

Созданы опытные образцы устройства дифференциального датчика и разделителей потока. Их испытания проводились на карьере Вышневолоцкого ГОКа. Контролировался перепад давления, необходимый для управления системой автоматического процесса гидротранспортирования песчано-гравийной смеси по трубопроводам. Рассмотренные устройства способствуют повышению надежности автоматического управления системами промышленного гидротранспорта. Промтранснипроектом испытаны новые устройства защиты датчиков давления от засорения транспортируемым материалом, высокочувствительные гидростатические датчики и реле давления, безынерционные датчики положения для устройств обратной связи, обеспечивающие надежность работы системы автоматизации. Для защиты датчиков давления применен ряд разделительных устройств. Разработана и испытана модификация разделительного устройства гравитационного типа. Дифференциальные датчики давления используются как составная часть в устройствах автоматического контроля производительности, пульсомерах и расходомерах, основанных на измерении перепада давления, в устройствах защиты землесоса от негабаритных включений, системах автоматической стабилизации гидротранспортирова-

ния грунта, блоках контроля гидротранспортного процесса и др. Разработан новый дифференциальный датчик давления гидростатического типа с токовым выходным сигналом [50].

Аналогичные исследования ведутся и в области выбора материала для оборудования систем пневмотранспорта обычного типа. Следует отметить, что за рубежом значительный размах приобрели исследования по теоретическому обоснованию и разработке оборудования для систем пневмотранспорта в плотной фазе при высоких концентрациях в виде пробок материала, разделенных воздушными промежутками.

Фирма Sistem-Technik GmbH (ФРГ) разработала систему пневматического транспорта под названием Vibro-Puls-Pneu Verfahren, которая предназначена, главным образом, для пневмотранспортирования влажных материалов, не поддающихся транспортированию обычными типами пневмотранспорта. Эта система успешно применяется уже 10 лет в различных отраслях промышленности. С помощью ее транспортировались влажный песок, соль и минералы, отходы производства, осадки фильтров, твердые вещества, извлеченные центрифугированием или из очистительных установок, сухие и влажные материалы с широким спектром фракций как, например, уголь, кокс, шлак, приготовленные и смешанные продукты в сухом или влажном состоянии, пластические формовочные материалы с соответствующей долей связующих средств.

При применении данной системы для пневмотранспорта формовочных материалов получается наилучшая эксплуатационная надежность и производительность. Формовочный материал содержит около 95% кварцевого песка, около 5% связующего материала (высокоактивная глина) и 3-5% влаги. Построенная по новой системе установка имеет производительность 150 т/ч и уже более 2 лет находится в эксплуатации, за это время перевезено около 0,5 млн. т материала, причем никакого более или менее значительного износа не обнаружено.

Процесс по системе Vibro-Puls-Pneu, как комплексную задачу, можно разделить на следующие этапы: введение материала, подлежащего транспортированию в трубопровод; его транспортирование по трубопроводу.

Введение материала в транспортный трубопровод выполняется следующим образом: пневматический передатчик возбуждает направленные колебания. В зависимости от направления, интенсивности и частоты колебаний можно материал сравнительно легко ввести в пневмопередатчик и уплотнить его. При этом благодаря инерции массы между стенкой передатчика "

материалом возникает сдвигающий эффект, который способствует самоочистке передатчика и предотвращает прилипание. Специально сконструированный криволинейный отвод должен вместе с упомянутыми колебаниями обеспечить полный поток материала без его разделения и без мертвых зон, а также полное опорожнение в случае смены транспортируемого продукта. Пневмопередатчик имеет внутри совершенно гладкие стенки и никаких выступающих частей. Все его функциональные части расположены и доступны снаружи. Это обеспечивает системе минимальную потребность в уходе и наибольшие удобства для обслуживания.

Введенный в транспортный трубопровод материал перемещается по всей линии, что осуществляется благодаря поступающему от пневмопередатчика непрерывному потоку материала, который в дальнейшем разделится с помощью импульсов сжатого воздуха на воздушные подушки и пробки материала.

Воздушные подушки играют роль источников энергии для перемещения пробок материала, лежащих перед ними. В линию транспортного трубопровода встроены релейные станции, которые делают закупорку трубопроводов практически невозможной и обеспечивают запуск транспорта вдоль всей линии. Каждая такая релейная станция играет роль маленького передатчика.

При низком транспортирующем давлении получается меньший расход, а также меньшее расширение сжатого воздуха, что ведет к меньшему транспортированию продукта и значительно снижает износ [51].

В последние 10 лет началось применение пневмотранспорта в литейном производстве и разработка оборудования для пневмотранспортных систем с учетом специфики этого производства.

В современном литейном производстве из большого количества разнообразных грузов (металла, кокса, опок, форм, отливок) самые значительные грузопотоки приходится на землерегистративные и формовочные отделения. Пневмотранспортирование насыпных грузов в этих отделениях является вопросом новым и очень перспективным. По крупности частиц эти грузы можно отнести к зернистым, порошкообразным и, частично, к пылевидным материалам.

В нагнетательных системах пневмотранспорта требуется применение специальных герметизирующих узлов загрузки питателей этих систем с тем, чтобы исключить или свести до минимума утечки воздуха через питающее устройство.

Для этой цели рекомендуются два типа клапанов. Первый

клапан фирмы Masawber сферической конструкции. После того, как материал, отмеренный дозатором, поступит в камеру питателя, клапанный затвор поворачивается и точно занимает свое место в клапанном седле, перекрывая загрузочное отверстие. После этого в камере создается давление, которое необходимо для перемещения порши материала. В зависимости от выбранного режима работы системы сжатый воздух транспортирует материал либо при слабой его концентрации, либо плотными пробками в воздушном потоке.

Преимуществом сферического клапана является то, что его надежные герметизирующие свойства позволяют выигрывать в габаритах установки за счет размещения питателя непосредственно на входе материалопровода. Такой питатель требует установки внутри камеры специальных устройств или датчиков контроля уровня, чтобы гарантировать полную выгрузку материала из питателя. Так как питатель в данном случае представляет собой сосуд, работающий под давлением да еще и в широком диапазоне температур, задача сильно усложняется.

ВЫВОДЫ

1. Область применения непрерывного транспорта интенсивно расширяется. В ряде случаев на непрерывный транспорт переводятся магистральные грузопотоки с дальностью перевозок в несколько сот километров (конвейерный и гидравлический транспорт).

2. Ведется большая работа по совершенствованию и созданию нового оборудования непрерывного транспорта, значительно повышающего его эффективность и расширяющего сферы применения.

По конвейерному транспорту:

- освоен выпуск конвейерных лент на основе волокна "Кевлар". При этом разрывное усилие увеличилось до 3150 Н на 1 мм ширины ленты, а относительное удлинение не превышает 0,09%;
- созданы конструкции приводов для ленточных конвейеров, позволяющие увеличить длину единичного става до 10-15 км;
- внедряется оборудование для канатно-ленточных конвейеров, обеспечивающих длину одного става до 25-30 км;
- созданы конструкции конвейеров с пространственной трассой, т.е. обеспечивающих изгиб трассы в горизонтальной плоскости без устройства перегрузочных узлов;

- осваивается оборудование для конвейера производительностью до 40 тыс. т/ч.

По трубопроводному транспорту:

- создается оборудование, позволяющее эффективно использовать гидротранспорт твердых материалов на расстояние 2 тыс. км и более при годовом объеме перевозок до 50 млн. т;
- освоен способ пневматического транспортирования в плотной фазе с отношением массы транспортируемого материала к массе воздуха в пределах от 20:1 до 150:1;
- выпускаются трубы с большим сопротивлением износу.

Четко определена тенденция замены стальных труб пластмассовыми.

По подвесному транспорту:

- созданы конструкции грузовых двухканатных подвесных дорог производительностью 500-650 т/ч и разрабатывается оборудование для дорог производительностью 1000 т/ч и более;

- производительность легких одноканатных подвесных дорог в результате совершенствования оборудования и металлоконструкций доведена до 250 т/ч;

- выпускается оборудование для подвесных монорельсовых дорог с автоматическим управлением при грузоподъемности тележек от 50 кг до 20 т. Монорельсовые дороги все чаще используются в транспортно-технологических системах с применением вычислительных комплексов, ЭВМ и роботов.

3. При совершенствовании и создании оборудования непрерывного транспорта большое внимание уделяется:

- унификации узлов;
- расширению применения синтетических материалов;
- повышению надежности и долговечности оборудования, в т.ч. за счет создания и внедрения эффективных систем контроля за состоянием оборудования.

4. В целях повышения качества проектирования объектов непрерывного транспорта все более широко применяется система автоматизированного проектирования (САПР) на основе применения ЭВМ для оптимизации расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. "Промышленный транспорт", 1982 г., № 12.
2. "Промышленный транспорт", 1981, № 10 (РЖПТ, 1982, 3А39)
3. "W. Afr. Techn. Rev.", 1982, July (РЖПТ, 1983, 1А100)

4. "Eng. and Mining J.", 1982, 183, № 6, (РЖГД, 1982, 11Б399)
5. "World Mining", 1982, 35, № 7 (РЖГД, 1982, 11Б390)
6. "Engineering and Mining Journal", 1981, 182, № 10 (ЭИПТ, 1982, вып. 29, реф. 360)
7. "Rock Prod.", 1981, 84, № 11 (РЖГД, 1982, 8Б414)
8. "Mining Equip. Int.", 1982, 6, № 8 (РЖГД, 1983, 1Б422)
9. "Mining Technology", 1981, 63, № 6, (ЭИПТ, 1982, вып. 7, реф. 65)
10. "Mining Equip. Int.", 1982, 6, № 12 (РЖПТ, 1983, 5А9)
11. "Bulk Syst. Int.", 1982, 4, № 4, (РЖПТ, 1982, 12А128)
12. "World Mining", 1982, 35, № 7 (ЭИПТ, 1982, вып. 48, реф. 602)
13. "Braunkohle", 1981, 33, № 12 (ЭИПТ, 1982, вып. 26, реф. 316)
14. "Wiss. Z. Techn. Hochsch. O. Guericke Magdeburg", 1981, 25, № 3 (ЭИПТ, 1982, вып. 27, реф. 327)
15. "Braunkohle", 1981, 33, № 10 (РЖПТ, 1982, 4Б533)
16. "Braunkohle", 1981, 33, № 10 (РЖПТ, 1982, 4Б530)
17. "Deutsche Hebe und Fördertechnik", 1982, 28, № 4 (ЭИПТ, 1983, вып. 4, реф. 28)
18. "Тес. докл. на Всес. научн.-техн. конф. "Аэродисперс. системы и коагуляция аэрозолей, Караганда, 25-27 мая 1982", М., 1982 (РЖПТ, 1982, 12А29)
19. "Fördern und Heben", 1982, 32, № 7 (ЭИПТ, 1983, вып. 2, реф. 12)
20. "Transport industriali", 1982, № 281 (ЭИПТ, 1983, вып. 7, реф. 56)
21. "Bulk Syst. Int.", 1982, 4, № 6 (РЖПТ, 1983 г., 1А99)
22. "Pit und Quarry", 1982, 75, № 2 (ЭИПТ, 1983, вып. 11, реф. 81)
23. "Verfahrenstechnik", 1982, 16, № 5 (РЖПТ, 1983, 6А86)
24. "Bulk", 1982, 8, № 6 (РЖПТ, 1983, 1А73)
25. "World Cem. Technol.", 1982, 13, № 1 (РЖПТ, 1982, 7А85)
26. "Самрэ кикай", 1981, № 374 (ЭИПТ, 1982, вып. 39, реф. 495)
27. "CIM Bull.", 1982, 75, № 843 (РЖПТ, 1983, 1А27)
28. "Colliery Guardian", 1982, 230, № 1 (ЭИПТ, 1982,

вып. 25, реф. 304).

29. "Bulk Syst. Int.", 1982, 4, № 4 (ЭИПТ, 1981, вып. 1, реф. 2)
30. "World Mining", 1982, 35, № 7 (РЖГД, 1982, 11Б394)
31. "Fördern und Heben", 1982, 32, № 9 (РЖПТ, 1983, 1А10)
32. "Взгляды", 1981, 36, № 9 (РЖПТ, 1982, 4Б528)
33. "Промышленный транспорт", 1982, № 8 (РЖПТ, 1982, 12А49)
34. "Pit and Quarry", 1982, 74, № 9 (РЖГД, 1982, 8Б415)
35. "Colliery Guard", 1981, 229, № 11 (РЖПТ, 1982, 3А46)
36. "Mater Handl. News" (USA), 1982, Jan. (РЖПТ, 1982, 7 А44)
37. "Schweizer Industrie- und Verkehrsrevue", 1981, № 12 (ЭИПТ, 1982, вып. 30, реф. 369)
38. "Mining J.", 1981, 297, № 7634 (РЖПТ, 1982, 4А31)
39. "Eng. and Mining J.", 1982, 183, № 4 (РЖГД, 1982, 8Б416)
40. "World Mining", 1982, 35, № 7 (ЭИПТ, 1983, вып. 2, реф. 8)
41. "Дуна" (Esp.), 1981, 56, № 12 (РЖПТ, 1982, 7В139)
42. "Промышленный транспорт" 1982, № 4 (РЖПТ, 1982, 7В136)
43. "Mod. Mater. Handl'", 1982, 37, № 4 (ЭИПТ, 1982, вып. 35, реф. 443)
44. "World Mining", 1982, 35, № 3 (ЭИПТ, 1982, вып. 32, реф. 390)
45. "Mining Eng.", 1981, 33, № 9 (ЭИПТ, 1982, вып. 25, реф. 305)
46. "Maschinenmarkt", 1982 97, Dezember (ЭИПТ, 1983, вып. 20, реф. 163)
47. "Maschinenmarkt", 1983, 89, № 20 (РЖПТ, 1983, 6А36)
48. "Power Eng.", (USA), 1982, 86, № 7 (РЖПТ, 1983, 1А108)
49. "World Mining", 1982, 35, № 3 (ЭИПТ, 1982, вып. 31, реф. 381)
50. "Механиз. и автоматиз. пр-ва", 1982, № 6 (РЖПТ, 1982, 10А65)
51. "Zement-Kalk-Gips", 1982, 136, № 4 (ЭИПТ, 1983, вып. 4, реф. 29)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И
НОВАЯ ТЕХНИКА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ТРАНСПОРТЕ*М.Н. Зайкин, канд. техн. наук*1. Железнодорожный транспорт

1.1. Общие положения

Несмотря на широкое применение в горнорудной промышленности большегрузных автомобилей, имеющих преимущества перед другими транспортными средствами, железнодорожный транспорт по-прежнему во многих случаях является незаменим. Кроме экономически обоснованной сферы эффективного применения его в горнорудной промышленности считается, что использование железнодорожного транспорта оправдано еще и в следующих случаях; в подземных условиях, где недопустим выброс отработавших газов дизельных двигателей; при расстоянии транспортирования, значительно превышающем 3 км; на влохих грунтах, исключающих применение транспортных средств с резиновыми шинами. При разработке твердых горных пород целесообразно применять железнодорожный транспорт, а не ленточные конвейеры, поскольку ленточные конвейеры требуют предварительного дробления транспортируемого материала. Он также используется в шахтах в сочетании с другими транспортными средствами. На одной из шахт в Колорадо (США) для транспортирования молибденовой руды используются вагонетки с опрокидывающимися кузовами, которые доставляют руду из пунктов добычи и разгружают ее в вагоны автоматизированной железной дороги. Для доставки руды на обогатительные фабрики используется шесть железнодорожных составов с автоматическим управлением, каждый из которых состоит из 30 вагонов. В сутки по железной дороге доставляется 30 тыс. т руды. При выборе транспортных средств для доставки руды с шахт на обогатительные фабрики

рассматривалась возможность использования как железнодорожного транспорта, так и ленточных конвейеров. Оказалось, что при одних и тех же капитальных затратах железнодорожный транспорт требует меньших эксплуатационных расходов. Наряду с сокращением масштабов использования локомотивной тяги для транспортирования угля в шахтах, за последние 15 лет наблюдается все более широкое использование локомотивов для подземных перевозок людей и оборудования. Это, в частности, объясняется тем, что перевозка оборудования транспортными средствами с резиновыми шинами обходится дороже железнодорожного транспорта, поскольку необходимое тяговое усилие равно 45 кг/т при использовании автомобилей и всего 9 кг/т при локомотивной тяге (1).

По мнению специалистов ФРГ, перевозка автомобильным транспортом тяжеловесных грузов, таких, как роторы генераторов, трансформаторов, корпусов и роторов турбин, во многих случаях затруднена из-за недостаточной допускаемой осевой нагрузки, необходимости перерыва движения общественного транспорта, условий профиля пути и т.д. Перевозка тяжеловесных грузов железнодорожным транспортом имеет неоспоримые преимущества, поскольку нагрузка распределяется на большое количество осей. При этом груз должен располагаться как можно ниже, почти до уровня пути. Несколько типов железнодорожных транспортеров, применяемых для перевозки тяжеловесных грузов изготавливает фирма Krupp (ФРГ). Серия завершается транспортером Tuha Lindwira, который после многочисленных статических и динамических испытаний фирма Krupp - Industrie und Stahlbau eticut (США) передала фирме Combustion Engineering Inc., Windsor Come. Транспортер предназначен для перевозки сверхтяжелых грузов. Общая длина загруженного транспортера 92 м. Наибольшая скорость 25 км/ч в загруженном состоянии и 40 км/ч в порожнем. Загруженный он выходит за пределы габарита по высоте и ширине. Чтобы перемещать груз вертикально или горизонтально, предусмотрено гидравлическое устройство. Кроме того, обеспечивается возможность подъема груза только одной гидравлической системой с земли или опускание его на землю в нужном месте. Возможно взятие груза на прямом участке пути или с междупутья при перекошенном положении груза с углом до 45°. Это позволяет снимать груз с судна. Гидравлическое выравнивающее устройство несмотря на чрезвычайно большую длину транспортера и относительно высокое положение центра тяжести обеспечивает надежное передвижение

груза в кривых при его перемещении в горизонтальном направлении. По условиям безопасности осевая нагрузка, когда это требуется, контролируется и сигнализируется световыми и звуковыми приборами [2].

Целесообразность применения железнодорожного транспорта в глубоких карьерах Кривбасса рассмотрена на примере разработки объединенного карьера, создание которого намечается путем объединения карьера ЮГОКа и НКГОКа. Критерием оптимальности принята производственная себестоимость франко-склад 1 т полезного ископаемого, которая включает затраты не только на выемку и перевозку самого полезного ископаемого, но и на извлечение вскрышных пород. Учтено использование как отдельных видов транспорта на всех участках транспортирования, так и их комбинаций. В стоимость разработки как руды, так и вскрышных пород, кроме затрат на доставку горных пород, включаются затраты на буровзрывные работы, экскавацию, перегрузку из одних транспортных средств в другие, механическое дробление руды на I и II стадиях, осуществляемое либо в карьере, либо на поверхности, отвалобразования. Величина этих затрат принимается соответственно рассматриваемому виду транспорта. На криворожских железнорудных карьерах с большими размерами в плане, железнодорожный транспорт может найти широкое применение. Экономически целесообразно его использовать либо в комбинации с автотранспортом до глубины карьера примерно 300 м, а затем при большей глубине — в комбинации с автомобильно-конвейерным транспортом (3).

Транспортная технология является важным фактором в формировании железнодорожной сети и территориального плана размещения заводских цехов. При проектировании металлургического завода производительностью 9 млн. т в год в Катовицах (ПНР) проблема перемещения сырья и материалов решалась комплексно. На внешезаводском транспорте подъездные пути обслуживаются железными дорогами общего пользования. Предусмотрено 6 плановых обработок поездов в сутки по согласованному графику. Передаточные поезда бывают двух видов: маршрутные и сборные. Железная руда, кокс, флюсы прибывают маршрутными поездами, ими же вывозится прокат черных металлов и гранулированный шлак. Все другие грузы подаются и вывозятся сборными поездами. Новый элемент технологии: подборка вагонов на стадии по группам производится по районам выгрузки на заводе. Движение поездов производится по малому и большому кольцу заводских путей. На

малом кольце состав оборачивается за 2,5 ч, на большом за 4,5 ч. Проектом предусмотрено, что величина одновременной подачи вагонов на подъездные пути должна соответствовать погрузочно-разгрузочной способности фронтов обслуживания. Транспортный цех завода способен в сутки выгрузить 1740 и погрузить 1370 четырехосных вагонов. Поэтому каждая подача составляет 290 четырехосных вагонов, в том числе 100 сырья, 70 кокса и 120 вагонов остальных материалов. Норма простоя железнодорожных вагонов на подъездных путях завода в ПНР установлена, для летнего периода 11,8 ч и для зимнего 17,8 ч. Парк заводских вагонов состоит из специальных саморазгружающихся вагонов различного назначения и платформы; локомотивный парк — из тепловозов с электрической передачей мощностью 882 и 588 кВт. Мощные локомотивы работают с передаточными поездками, осуществляют перевозки двоянных литейных ковшей с чугуном, а также производят вывоз гранулированных шлаков и проката металлов. Остальные виды работ выполняются локомотивами меньшей мощности. Весь подвижной состав заводского железнодорожного транспорта оборудован автосцепкой типа SA-3[4].

Транспортное хозяйство большинства предприятий отраслей промышленности СССР действует на правах цехов или управлений. Их задача полностью удовлетворять потребность предприятий в перевозках сырья, топлива, материалов, отходов и готовой продукции, в тесном взаимодействии с железнодорожным транспортом общего пользования и другими видами транспорта с наименьшими затратами. Поэтому организация их производственно-экономической деятельности строится на принципах внутрипроизводственного хозрасчета. Его особенность в этом случае — зависимость показателей работы железнодорожных цехов от уровня работы прилегающих участков железных дорог общего пользования и цехов основного производства обслуживаемого предприятия [5].

Высоких результатов в эксплуатационной деятельности добился промышленный железнодорожный транспорт предприятий Украины. В течение XI пятилетки намечено создать не менее 15 новых предприятий промышленного железнодорожного транспорта и в то же время принять на транспортное обслуживание существующими ППЖТ дополнительно не менее 100 промышленных предприятий, строок и организаций. Благодаря осуществлению этих планов к концу пятилетки объем перевозок по объединению будет доведен до 100 млн. т, а погрузочно-разгрузочных работ до 85 млн. т [6].

1.2. Новые железнодорожные линии и маршрутизация перевозок

В США произведен анализ стоимости транспортирования энергетического угля с шахт на тепловые электростанции различными видами транспорта. Для сравнения приняты: железнодорожный, водный, автомобильный, пульпопроводный и передача электроэнергии по ЛЭП сверхвысокого напряжения. Для тепловых электростанций США уголь является основным видом топлива. В связи с этим обращается внимание на необходимость тщательного размещения объектов энергетики по условиям транспортирования угля на электростанции по оптимальному варианту, а также возможности доставки альтернативных видов топлива, исходя из срока службы тепловых электростанций от 30 до 50 лет. Годовая потребность новой электростанции мощностью до 3000 МВт в угле с удельным термодинамическим потенциалом от $18,6 \cdot 10^6$ до $30,3 \cdot 10^6$ Дж составляет 5–10 млн. т.

Железнодорожные маршрутные поезда в настоящее время являются основным средством доставки угля. Использование их для этих целей имеет преимущество по сравнению с другими способами доставки. Организация маршрутной перевозки угля не требует больших капиталовложений, как при подаче угля пульпопроводом или передаче электроэнергии на расстояние, и предполагает использование существующих железнодорожных линий; обеспечивает маневренность и надежность эксплуатации при пониженных нагрузках без какой-либо значительной потери эффективности; требует меньших начальных ресурсов по сравнению с другими видами транспорта, за исключением водного; высокая степень автономности этого способа доставки уступает только автомобильному транспорту. Способ доставки угля маршрутными поездами во многих случаях обеспечивал наибольшее сокращение транспортных издержек по сравнению с другими способами. Однако со временем железнодорожный грузовой тариф возрос до такой величины, когда решение о дальнейшем использовании маршрутных поездов может быть поставлено под вопрос, так как этот способ, наряду с преимуществом, обладает и некоторыми недостатками. Главное из них состоит в трудоемкости — применение маршрутных поездов в 5–10 раз больше трудовых затрат, чем при других способах доставки, за исключением автомобильного транспорта; железные дороги в состоянии регулировать некоторые составляющие затраты, такие как расходы на

топливо, материалы и замену подвижного состава. Сомнения в целесообразности использования маршрутных поездов в перспективе усиливаются не определенностью будущих тарифов, контрактов на транспортное обслуживание, трудового законодательства и перспектив увеличения производительности труда.

Высокая экономическая эффективность доставки угля водным транспортом, по Великим озерам и в каботажном плавании считается признанной. К преимуществу доставки этим видам транспорта относятся низкие расходы на 1 ткм, которые составляют от 30 до 60% расходов при доставке маршрутными поездами, низкие капитальные затраты, эксплуатационные расходы и трудовые затраты, а также независимость эффективности функционирования от уровня нагрузки и высокая сопротивляемость инфляции. К числу недостатков этого вида транспорта относятся недоступность многих шахт и электростанций по судоходным водным путям, замерзание водных путей на севере США и в Канаде и необходимость создания зимних запасов топлива, а также простой судов и средств механизации для разгрузочных работ в зимнее время. Водный транспорт обладает меньшей маневренностью, чем железнодорожный, изменение пунктов отправления или назначения сопряжено с перегрузкой угля, к тому же весьма ограниченное количество шахт и электростанций имеют прямой вход на судоходные водные пути. Общественные преимущества водного транспорта наиболее эффективно реализуются при взаимодействии его с железнодорожным транспортом, результатом чего явилось создание перегрузочных комплексов в районе Великих озер, Верхнего озера, Тандер-Бей и на внутренних водных путях США и Канады. Окончание строительства в начале 80-х годов канала Теннесси-Томбегби значительно сократит расстояние от главных угольных месторождений в Кентукки и южной части Иллинойса до существующих и намечаемых к строительству электростанций в Миссисипи, Алабаме и Северной Флориде. Линии электропередач сверхвысокого напряжения требуют капиталовложений от 310 тыс. до 365 тыс. долл. на 1 км, что значительно выше, чем для маршрутных поездов и сравнимо лишь с пультпроводным транспортом, однако, ЛЭП обеспечивают лучшие возможности развития и маневренности в эксплуатации по сравнению с пультпроводами, на содержание их и эксплуатацию требуется в 12 раз меньше рабочей силы, чем на маршрутные поезда. Передача электроэнергии ЛЭП отличается высокой экономической эффективностью по сравнению с маршрутными поездами даже до недавнего значительного повы-

шения грузовых тарифов. В современных условиях расстояния, при которых ЛЭП сверхвысокого напряжения (765 кВ переменного тока или 800 кВ постоянного тока) являются конкурентоспособными, с маршрутными поездами повысились с 800-960 км до 1280-1600 км.

По ряду причин пульпопроводные линии до сих пор не получили широкого применения, несмотря на наименьшие транспортные издержки на доставку угля по сравнению со всеми другими способами, за исключением перевозки баржами. В настоящее время эксплуатируется пульпопровод в Блэк Меза протяженностью 437 км с диаметром трубы 456 мм и производительностью 5,5 млн. т в год. По эксплуатационным характеристикам пульпопроводный транспорт менее маневренный, чем железнодорожный, водный, автомобильный и ЛЭП. Существенное затруднение представляет собой сбор в начальном пункте угля с нескольких шахт до годового объема от 5 млн. до 10 млн. т и хранение его на конечном пункте. Высокие капиталовложения и незначительные эксплуатационные расходы делают этот вид транспорта менее подтвержденным воздействием инфляции по сравнению маршрутными поездами. Потребность в рабочей силе на обслуживание пульпопроводов составляет 12-15% от потребности на маршрутные поезда. Считается, что за период 1980-2000 гг. тариф на транспортирование угля по пульпопроводам возрастет до 1/3 железнодорожного тарифа. Развитие этого вида транспорта и передача на него части потока угля предполагается после 1985 г.

Автомобильным транспортом перевозится только 13,4% национальной добычи угля, применение его для этих целей экономично при дальности перевозки не более 80 км. Эксплуатация автомобильного транспорта характеризуется большими эксплуатационными расходами вследствие низкой эффективности использования топлива и высокой стоимости его, а также больших трудовых затрат. Наряду с этим автомобильный транспорт отличается большой маневренностью, постоянной готовностью к работе и малыми потребными капиталовложениями. На практике грузовые автомобили нередко используются при дальности перевозки угля от 240 до 320 км. В таблице 1 приведены транспортные, а в таблице 2 - тарифы по различным видам транспорта, действующие в США в 1980 г.

Анализ приведенных таблиц показывает, что при нижних значениях издержек и транспортных тарифов маршрутные поезда конкурентоспособны со всеми видами транспорта. В про-

Таблица № 1

Затраты на транспортирование угля

Виды транспорта	Затраты, центы на 1 ткм	
	1978 г.	1980 г.
Железнодорожный	0,44	0,56-0,75
Пульпопроводный	0,37	0,50
Водный	0,19	0,31-0,37
ЛЭП	0,62	0,75
Автомобильный	2,80	3,33

Таблица № 2

Транспортный тариф 1980 года

Виды транспорта	Тариф в центах за 1 ткм.
Железнодорожный	0,75-1,25
Пульпопроводный	0,56-0,69
Водный	0,37-0,50
ЛЭП	0,75-0,94
Автомобильный	3,12-4,37

ные годы особенно возрос объем перевозок угля маршрутными поездами. В 1972-1976 гг. он возрос на 30% с 136,5 млн. т (по железным дорогам было отправлено 34,7% угля) до 178 млн. т (по железным дорогам было отправлено 41,3% угля). Наибольший рост объема перевозок за этот период отмечается в штате Вайоминг с 2,9 млн. т до 18,8 млн. т Монтана с 7,7 млн. т до 23,7 млн. т и Восточный Кентукки с 9,5 до 18,8 млн. т. Предполагается, что при транспортировании угля железные дороги в 80-х годах будут испытывать возрастающую конкуренцию со стороны ЛЭП, водного и, возможно, пульпопроводного транспорта в Центральном, Северо-Центральном и Юго-Восточном регионах. Из общего объема добычи 637,4 млн. т энергетические угли составили 474,8 млн. т по железным дорогам было отправлено 339,2 млн. т, в том числе 254,7 млн. т до конечного пункта назначения. Общий объем перевозок угля железнодорожным транспортом составил 437,2 млн. т.

Прогноз перевозки угля по железным дорогам США по данным различных ведомств страны на дальнюю перспективу определяются в следующих объемах [7]:

Источник прогноза	Объем перевозок, млн. т	
	1985 г.	2000 г.
Национальный комитет транспортной политики	753	1285
Отдел технологических оценок	766	1274
Министерство транспорта	675	
Бюро шахт США	637	10203

В настоящее время в США создается новая комплексная система транспортирования угля, предназначенного для доставки из шахты, расположенной в районе Рэнджели на новую электростанцию в районе Бонайзы. Ленточный конвейер протяженностью 5,6 км будет подавать уголь на склад, вмещающий 40 тыс. т, откуда более коротким конвейером будет транспортироваться на железнодорожную станцию. Дальнейшая перевозка угля будет осуществляться по электрифицированной железной дороге протяженностью 56 км маршрутными поездами, состоящими каждый из 31 вагона грузоподъемностью по 100 т. Первоначально на электростанцию будет доставляться 1,35 млн. т угля в год, что обеспечит работу одного агрегата электростанции мощностью 400 МВт. После ввода в строй второго такой же мощности количество доставляемого на электростанцию угля возрастет вдвое [8].

В последние годы в Канаде перевозка угля из шахт потребителям осуществляется железными дорогами Canadian National и Canadian Pacific маршрутными поездами по четырем основным направлениям на расстояние 1200–2300 км. По этим линиям в 1980 г. было перевезено 16,8 млн. т. Маршрутные поезда формируются из 98–108 полувагонов грузоподъемностью 92,5 – 94,3 т. За один рейс такой маршрут перевозит по 10 тыс. т угля, такой поезд как правило ведет 4–5 шестисосных тепловозов мощностью по 3000 л.с. каждый. Поезда, следующие в западном направлении, совершают полный оборот за 3–5 суток, а следующие в восточном направлении за 5–6 суток. На погрузку и выгрузку затрачивается соответственно 4 и 6 ч. За год работы каждый поезд западного направления перевозил 635–1180 тыс. т угля, а восточ-

ного — от 526 до 680 тыс. т. В составе поезда используются полувагоны с заглубленным дном, которые можно разгружать на вагоноспрокидывателе. Загрузка вагонов углем производится при движении состава под углезагрузочными бункерами со скоростью 0,42 км/ч. В пунктах выгрузки построены теплицы для отогрева смерзшегося угля при перевозке его в зимнее время. Теплица вмещает 10 вагонов, процесс оттаивания при температуре 85°C продолжается 15 мин.

На шахтах применяется весоизмерительное устройство с использованием ЭВМ, которая определяет массу порожнего и груженого вагона при его загрузке, а также оборудование для определения количества угля, подаваемого конвейерами для заполнения маршрута. Масса одного груженого вагона не должна превышать 119,5 т. На всех шахтах применяются скребковые устройства для разравнивания угля в загружаемом вагоне и для подачи связующего раствора, обеспечивающего образование корки на поверхности, чтобы предохранить выдувание мелких фракций угля при перевозке. Согласно прогнозам, объем дальних перевозок угля маршрутными поездами к 1990 г. возрастет на 50% [9].

Для доставки угля на пять строящихся тепловых электростанций, которые будут потреблять более 25,0 млн. т угля в год, в Индии строятся новые железнодорожные линии кольцевого типа. Подвоз угля будет осуществляться маршрутными поездами с разгрузкой через нижние люки при движении поезда с низкой скоростью. Добываемый на шахте уголь хранится в штабелях вместимостью 10 тыс. т. Из штабеля уголь будет подаваться питателями производительностью 4000 т/ч на ленточный конвейер, доставляющий его в промежуточный бункер вместимостью 300 т, из которого уголь поступает в вагоны, движущиеся под бункером со скоростью 0,8 км/ч. Средняя скорость загрузки 3600 т/ч. В пункте назначения одновременно будет разгружаться по 10 вагонов, при этом в зависимости от качества и состояния угля разгрузка одного вагона составляет от 10 до 40 с [10].

Многие фирмы США проводят ряд мер по сокращению нерациональных перевозок и сокращению расходов на погрузочно-разгрузочные операции путем дальнейшей реконструкции транспортных средств. Так фирма Union Pacific Railroad (США) заключила контракт с фирмой Missouri Pacific Railroad (США) о введении в строй новой железнодорожной линии протяженностью 30 км, соединяющей Чикаго с Мексиканским заливом, а Сиэтл с Сент-Луисом, причем фирма МОРАС обя-

залась предоставить во взаимное пользование 55 грузовых вагонов; 255 вагонов выдать фирме Union Pacific. Этот парк вагонов будет приспособлен для перевозки угля, нефти, урановой руды. По предварительным данным фирма Union Pacific должна довести объем перевозок угля к концу 1980 г. до 30 млн. т. В свою очередь фирма MOPAC осуществила перевозку 24,7 млн. т, что достигнуто на 70% за счет усиления концентрации перевозки в районе Мидвест. Важным фактором в развитии перевозок угля является процесс централизации и укрепление фирм, осуществляющих транспортирование угля. Так, предусмотрено слияние компаний Burlington Northern Lohia San-Francisco (FRISCO), что позволит ускорить доставку угля из шахт Вайминг на металлургические заводы Алабама. Основным следствием этого является тот факт, что фирмы в условиях расширенной сферы обслуживания будут осуществлять перевозки в радиусе 6,5 тыс. км к западу от штата Монтана [11].

1.3. Электрическая и тепловозная тяга

Пропорции отдельных составляющих в эксплуатационных расходах локомотивного хозяйства за последние десять лет во многих странах мира резко изменились. Если в 1969 г. затраты на топливо за год на один тепловоз составили 15 тыс. и на ремонтные работы — 28 тыс. долл, то в 1979 г. они возросли до 97 тыс. и 73 тыс. долл, соответственно. Этот период считается началом, когда основное внимание тепловозостроительной промышленности было направлено, главным образом, на разработку мероприятий по повышению надежности локомотивов. В течение рассматриваемого периода на тепловозах были внедрены усовершенствования, в число которых вошли система автоматического обнаружения отказавшего электронного модуля, тележка с повышенными характеристиками сцепления и системы управления движением и электроснабжением. На ряде дорог резко возросли перевозки угля и зерна. Для вождения этих поездов были созданы более дорогие, но мощные шестиступенчатые тепловозы. В результате заказы дорог на локомотивы средней мощности в 1979 г. снизились на 20%. Вместе с тем дороги с преимущественно скоростными конвейерными перевозками продолжали заказывать четырехосные тепловозы мощностью 3000 л.с. Имели место незначительные заказы на тепловозы с двумя двигателями для скорост-

ного грузового движения. Проведенные научные исследования показали, что за счет улучшения коэффициента сцепления можно повысить силу тяги локомотива без увеличения мощности дизеля и снижения его надежности. Это позволяет дополнительно снизить расход топлива. Работы проводились одновременно фирмами Electro Motive Division, General Electric (GE), а также фирмой Bombardier в Канаде.

Фирма Electro Motive Division построила 27 тепловозов (23 четырехосные модели UP-40 и четыре шестиосные модели SD-40) и провела эксплуатационные испытания на пяти дорогах в течение двух лет. На базе этих тепловозов планируется производство тепловозов новой серии (модели UP-50 и SD-50). Причем некоторые основные узлы и агрегаты были установлены на серийно выпускаемых тепловозах с целью проверки их характеристик и условий эксплуатации. Например, главный генератор переменного тока серии AR-16, сконструированный для шестиосного тепловоза модели SD-50, был установлен на тепловозе модели SD-40-2 (SD-40X).

Внедрение новых локомотивных тележек с улучшенными характеристиками сцепления повлекло увеличение силовых нагрузок в тяговом редукторе. Поэтому EMD и GE изменили передаточное отношение (например GE на 83:20 вместо 73:18) на тепловозах большой мощности. Повышение мощности тепловозов сопровождалось увеличением термических напряжений в тяговых двигателях, усложнением процессов коммутации при высоких токовых нагрузках, возрастанием ограничений при высоких скоростях. В результате фирма EMD повысила на 16% массу меди в обмотке возбуждения тягового двигателя D 87 по сравнению с D77. Улучшение коммутации достигнуто за счет увеличения количества витков до 17 на дополнительных полюсах против 14 на двигателях D77. Фирма GE создала тяговый двигатель серии 752 AF мощностью 900 л.с. В этом двигателе с целью сохранения температуры обмоток на 7,4% увеличено поперечное сечение меди в обмотке якоря. Этот тяговый двигатель также был проверен в условиях эксплуатации. На новом тепловозе В - 36-7 фирмы GE установлен генератор переменного тока YT-21 фирмы EMD продолжает выпускать тепловозы моделей UP-40 и SD-40 серии Dash-2. В результате выполненных работ на дизеле 645E3B, который в настоящее время выпускается, его цилиндровая мощность увеличена на 31 л.с. Новый дизель получил обозначение 645F. Фирма Bombardier (США) на тепловозе модели HR-616 из

общей экономии топлива (7,1%) получила 4,8% за счет снижения этих потерь (уменьшение затрат на вентиляцию тяговых электродвигателей благодаря улучшению характеристик вентиляторов, а также охлаждающей способности холодильников).

Снижению расхода топлива способствовало улучшение конструкции дизеля, его топливной аппаратуры. В частности, был увеличен диаметр плунжера топливного насоса высокого давления, что позволило уменьшить время впрыска. Ведутся исследования с целью разработки электронной системы автоматического регулирования мощности дизеля в зависимости от внешней нагрузки. Снижение расхода топлива на 1,89 л/час было получено вследствие понижения частоты вращения дизеля на холостом ходу.

При стоянке тепловоза более 30 мин. применяется отключение дизеля. Во время запуска осуществляется автоматическая продувка цилиндров, что обеспечивает экономию почти 6,4 т в год на тепловоз. Правильные режимы вождения поездов также позволяют экономить топливо. Установлено, что дизель имеет лучшие расходные характеристики на восьмой позиции контролера. Поэтому в тяговом режиме в зависимости от профиля и графика движения машинист стремится к работе тепловоза на восьмой позиции. При этом другие тепловозы тяговой сцепки могут работать на холостом ходу. По мере необходимости количество полностью загруженных тепловозов может меняться от нуля до 100% при следовании на расчетном подъеме. Это позволяет экономить 5-10% топлива. В настоящее время фирма Morrison-Knudsen испытывает 16-цилиндровый дизель фирмы Shlzer (Швейцария) мощностью 3600 л.с. на шести тепловозах модели SD 45. Эксплуатация 12-цилиндровых дизелей фирмы Shlzer показала их высокую надежность. Планируется проведение исследования по определению эффективности работы турбоагрегатов фирмы Brown-Boveri (Швейцария) на тепловозах США. Министерство транспорта (FRA) проявляет интерес к комбинированным (дизель-контактным) локомотивам. На эти исследования выделено 3,5 млн. долл. Предполагается, что срок окупаемости таких локомотивов составит 3 г вместо 6-10 лет электровозов. В соответствии с выбранной схемой на локомотив устанавливается дизель модели 251 фирмы Alco мощностью 2700 л.с. При необходимости мощность локомотива может возрасти в два раза при одновременной работе дизеля и дополнительного энергоснабжения от контактного провода [12].

Фирма Nippon Sharyo Seizo Ncaisha (Япония) изгото-

вила семь тепловозов с гидropередачей для Ирака. Локомотивы типа DHS 120 имеют защитное исполнение, сцепная масса 56 т, максимальная скорость 26,2 км/ч. Фирма Cockerill-Sambre (Бельгия) разработала серию маневровых электровозов мощностью 200-600 кВт, в двух, трех и четырехосном исполнении. Локомотивы предназначены для эксплуатации в подземных условиях и при отсутствии питания работают от аккумуляторной батареи. Мощность тяговых электродвигателей 210 кВт. Аккумуляторная батарея имеет номинальное напряжение 450 В, емкость 280 А·ч. Предусмотрена работа локомотивов по системе многих единиц и с прицепным тендером. Использование прицепных тендеров позволяет увеличить суммарную емкость батарей до 980 А·ч. Двухосная секция имеет длину 6,4 м, ширину 2,3, высоту 3,2, колесную базу 3 м и сцепную массу 24 т. Конструкционная скорость 40 км/ч. При экстренном торможении ускорение составляет не более 1,5 м/с.

Предусмотрено электродинамическое торможение с отдачей энергии на зарядку батарей. Локомотивы оборудованы системами защиты от буксования и юза. Предусмотрено дистанционное управление локомотивами по радио. Фирма Daewoo (Ю.Корея) разработала маневровый локомотив для работы во взрывоопасной среде. Мощность дизеля 600 л.с., максимальное тяговое усилие 16500 кгс, максимальная скорость 27 км/ч. Длина локомотива по осям автосцепок 12,5, ширина 2,92, высота 3,87 м. Локомотив оборудован глушителем, предотвращающим выбрасывание искр в окружающую среду и снижающим температуру выбрасываемых продуктов сгорания. Временной передаче на вспомогательные механизмы используются материалы, предотвращающие появление статических электрических зарядов. Тормозные колодки резиновые. Электрооборудование выполнено в закрытом защищенном исполнении. Локомотив рассчитан на прохождение кривых с минимальным радиусом 100 м и максимальных уклонов 25‰. Объединение SFL (Франция) выпустила маневровые тепловозы с гидropередачей мощностью 150-1500 л.с. Для эксплуатации на национальных железных дорогах производится локомотив Y 8000 мощностью 300 л.с. со сцепной массой 36 т. На локомотиве применена гидropередача Voith типа L24SV2. Фирма SLM (Швейцария) получила заказ на изготовление шести тепловозов HJ_m 4/6 мощностью 1230 л.с. со сцепной массой 55 т. Локомотивы предназначены для эксплуатации на железных дорогах Индонезии, где уклоны достигают

72⁰/оо. Вследствие этого локомотив HJ_т 4/6 оборудован зубчатыми тяговыми колесами. Конструкционная скорость на обычном пути составляет 60 км/ч, при движении по участку с зубчатыми рейками, не более 20 км/ч. Для снижения осевой нагрузки применена бегунковая тележка, которая размещена между тяговыми тележками [13].

Фирма Tomas Hill и Brown Boveri (ФРГ) приступила к совместному производству промышленных локомотивов Vaugha-
nagol с электрической передачей переменного тока. Основными преимуществами локомотивов переменного тока и асинхронными тяговыми двигателями по мнению фирм является: отсутствие щеточно-коллекторных узлов у электрических машин; реализация коэффициентов сцепления локомотивом до 43%; невозможность разносного боксования асинхронных электродвигателей; возможность электродинамического торможения до нулевой скорости; допустимость длительных режимов в зоне малых скоростей движения локомотива, что особенно важно для промышленных тепловозов [14].

В Великобритании NEI Clayton Equipment изготовлено ряд моделей локомотивов, предназначенных для использования в подземных условиях, в том числе в угольных шахтах. Широкое применение получил аккумуляторный электровоз модели Polfy, оснащенный аккумуляторными батареями мощностью 25 кВт-ч, питающим тяговый двигатель мощностью 17 л.с., создающей тяговое усилие в 2 тыс. кгс. Электровоз имеет длину 2,75 м, ширину 1,13 м и высоту 1,57 м. Он может перевозить 3,5 т груза, двигаясь по штольне с уклоном 1:10. Недавно компания разработала новый тепловоз № 44, на котором установлен двигатель Perkins 4236 мощностью 35 л.с. В настоящее время изготавливается 5 скоростных контактных электровозов, способных развивать скорость до 40 км/ч. Указанный электровоз приводится в движение двумя серийными двигателями постоянного тока мощностью по 75 л.с., получающих питание от подвесной линии постоянного тока напряжением 500 В. Управление электровозом осуществляется с помощью электромагнитных пускателей [15].

На железной дороге Chicago and North Western (США) для подачи под разгрузку поездов, состоящих из 51 вагона с рудой, используются промышленные тепловозы массой 123 т мощностью 1100 л.с. Масса каждого вагона достигает 82 т и тепловозу приходится трогать поезд с места на 15⁰/оо, расположенном на кривой радиусом 290 м. Тепловозы фирмы General Electric (США) имеют по два шестиглиньдровых ди-

зеля Cummins KTA 1150L массой по 1,6 т, которые развивают номинальную мощность при 2100 об/мин. Небольшие размеры дизелей позволяют отключать их при ненадобности, поскольку они легко запускаются. Тепловозы рассчитаны на скорости не более 56 км/ч, имеют тяговые редукторы с передаточным отношением 10,5:1 и колеса диаметром 1016 мм. Тяговые двигатели постоянно включены параллельно, что вместе с низким расположением центра тяжести обеспечивает хорошие тягово-сцепные качества локомотивов.

Согласно расчетам для этой работы потребовались бы два магистральных шестисных тепловоза мощностью по 2750 л.с. По сравнению с ними промышленные тепловозы обеспечивают экономию топлива 20%. За два года эксплуатации эти локомотивы работали почти 12000 ч. и каждый из них сэкономил по 33 м³ дизельного топлива [16].

На маневровой работе промышленных предприятий, как известно, коэффициент использования мощности дизеля тепловоза не превышает 10%, поэтому расход моторных масел также может быть уменьшен. Так, эксплуатация дизеля ID12-400 тепловоза ТГМ на Кузнецком металлургическом комбинате при температуре воды 85–95°C и плавном их регулировании срок службы масла МГ-16Ц в системе двигателя может быть увеличен в 2 раза. При изменении температуры масла от 40 до 90°C в диапазоне допустимых частот вращения коленчатого вала минимальная толщина масляного слоя между коренной шейкой вала и его вкладышем при зазоре 0,2 мм и температуре масла 80°C составляет 10 мкм, что в 2 раза больше минимально необходимой. Динамическая вязкость масла МГ-16П при температуре 90°C составляет 19 СПЗ и достаточна для поддержания условий жидкостного топлива, включая и запуски дизеля при температуре воды 20°C и максимальном давлении газов внутри цилиндров двигателя при горении топлива [17].

Тепловозы ТЭМ2 и ТЭМ2А, поступающие на промышленный транспорт и оборудованные вторым пультом управления, не имеют автостопа и системы АЛСН, что затрудняет их эксплуатацию без помощника. Разработан и внедрена схема автоматической остановки тепловоза на случай потери бдительности или способности машиниста управлять локомотивом. По этой схеме оборудован тепловоз ТЭМ2 последнего выпуска, который эксплуатируется на Норильском горнометаллургическом комбинате. Оптимальное расположение прибора в шкафу высоковольтной камеры на изоляционной панели

крепится к угольникам шкафа выше резисторов мотора калорифера со стороны дизельного помещения. Если машинист, услышав в кабине сигнал зуммера и увидев свет лампы, не принял никаких мер, то по истечении 7 с замкнется блокировка через разделительные диоды к вентилям ВС, КЛП, ВТ и ВСН. Эти вентили обеспечивают: ВС – подачу звукового сигнала малой громкости, КЛП – подачу песка под колеса тепловоза в зависимости от направления движения, ВТ – наполнение тормозных цилиндров воздухом давлением 3,8 – 4 кгс/см² (редукционный клапан ЗМД – А и воздухораспределитель), ВСН – сброс позиции до нулевой. Одновременно самописец скоростемера прочертит на ленте вертикальную линию [18].

Применение на электрифицированном транспорте тиристорных импульсных прерывателей позволяет создавать эффективные автоматизированные системы управления транспортом взамен неэкономичного реостатного регулирования напряжения тяговых двигателей. После испытаний отдельных блоков были проведены лабораторные испытания ТИП на комбинированном электровозе, которые подтвердили устойчивость работы всех узлов электровоза и показали, что с применением тиристорных импульсных прерывателей расход электроэнергии снизился на 15–20% при одновременном повышении безопасности эксплуатации электрооборудования. Ожидаемый экономический эффект от установки описанного преобразователя на электровозе с комбинированной системой питания по одному предприятию составляет свыше 150 тыс. руб [19].

1.4. Новые и модернизированные вагоны

За последние десять лет в ФРГ повысилось внимание к специализации грузовых железнодорожных вагонов. Под специализацией понимается:

- соответствие конструкции вагона роду перевозимого груза;
- оборудование вагонов специальными устройствами для сохранения груза при перевозке;
- приспособление грузового вагона к перегрузочной технике.

Созданный вагон серии Atbis с раздвижными боковыми стенками приспособлен для перевозки грузов на поддонах. Раздвижные стенки позволяют производить погрузку и выгрузку контейнеров вилочными погрузчиками с земли или с боко-

вой погрузочной рампы. Грузовое помещение вагона оборудовано передвижными, жестко фиксируемыми разделительными перегородками для защиты поддонов с грузом от повреждения при перевозке. Эти перегородки разделяют его также на отдельные камеры, препятствуя перемещению груза от продольных толчков вагона. Тележечный полувагон серии Fa1 для перевозки сыпучих грузов, не подверженных воздействию атмосферных осадков, состоит из двух отделений; загружается вагон сверху, а разгружается через нижние боковые люки под действием силы тяжести груза. Пол вагона имеет седлообразную форму.

По желанию заказчика, боковые разгрузочные люки могут быть оборудованы механическим или гидравлическим приводом. У вагонов с гидравлическим приводом открываются все четыре люка одновременно, поэтому такие вагоны преимущественно используются для перевозки угля на электростанции, оборудованные приемными устройствами на разгрузочных путях. Давление масла в системе гидропривода создается насосом, приводимым в действие от колесной пары.

Тележечный вагон с раздвижной кромкой создан для перевозки сыпучих грузов, портящихся от воздействия атмосферных осадков. Разгрузка вагонов на конвейер или в приемный бункер может быть дозируемой. С каждой стороны вагона установлено по две задвижки, с помощью которых можно регулировать количество разгружаемого груза. Применение специализированных вагонов увеличивает их стоимость и порожний пробег, однако за единицу времени специализированный вагон на 40% используется лучше, чем вагон обычной конструкции. Поэтому завышенные затраты на его постройку оправданы. В ФРГ построено ряд новых вагонов, которые спроектированы с учетом лучшего использования грузоподъемности при определенных видах перевозимых грузов или величинах их отправок. Шестисосный саморазгружающийся вагон серии Faal 150 предназначен для перевозки руды, имеющей большой объемный вес. Пол вагона имеет седлообразную форму для полной разгрузки вагона под действием силы тяжести груза. Тележка вагона типа 711,5 допускает осевую нагрузку 22,5 тс при скорости 80 км/ч на определенных линиях Государственных железных дорог. Такие вагоны используются преимущественно в поездах массой 6000 т брутто и оборудованы автоматической сцепкой. Для перевозки труб, леса и пиломатериалов используются около 900 специальных тележечных платформ серии Spa 719. Платформы имеют специаль-

ные стойки и натяжные устройства для крепления груза. Для транспортирования рулонов листовой стали массой до 45 т созданы четырехосные, крытые вагоны серии Shimae 708. Телескопируемые элементы кузова позволяют освободить 2/3 длины погрузочной площади пола для работы крана. Внутри вагона предусмотрены приспособления для предохранения груза в время перевозки: корытообразное углубление в раме, которое по диаметру соответствует размеру рулона, а также передние боковые захваты, устанавливаемые по ширине рулонов. Для перевозки большегрузных контейнеров предусмотрена четырехосная платформа серии Sgikkheess 699. Длина платформы 14,6 м. Она оборудована гидравлическим амортизатором. На ней можно установить два контейнера длиной по 6,1 м общей массой 48 т.

Восьмиосная платформа с пониженным уровнем пола серии Saadkhes 690 предназначена для перевозки автомобильных полуприцепов. В настоящее время имеется 65 таких платформ, разработанных австрийской фирмой Simmering-Jeaz-Pahker. Длина погрузочной части платформы 13,5 м, диаметр колес 350 мм. Для погрузки автопоезда требуется две такие платформы, поскольку длина поезда равна 18 м, а общая масса 38 т. Поэтому разработан новый проект платформы длиной 18,6 м, грузоподъемностью 42 т. Для нее спроектирована новая четырехосная тележка с колесами малого диаметра. На такой платформе размещается целый автопоезд, что на 40% снижает затраты на перевозку. Торцевая сторона вагона выполнена таким образом, что она может быть оборудована съемной головной частью рамы. Такой вагон может находиться в голове или хвосте поезда, таким образом отпадает необходимость в установке специального буферного вагона, оборудованного ударно-цепными приборами, масса которого составляет 26 т. Новая конструкция вагона позволила повысить отношение полезной массы к массе тары с 0,6 до 1,0. В настоящее время уже построено 200 таких вагонов [20].

В ПНР разработан и построен специальный вагон для перевозки зерна грузоподъемностью от 18 до 27 т в зависимости от класса пути. Конструкция вагона соответствует международным и внутригосударственным требованиям. Емкости для зерна выполнены из листовой стали в форме отдельных тел вращения. Максимальная ширина вагона 3100 мм, высота от головки рельса 4050 мм, собственная масса вагона 12300 кг, объем $3 \times 1366 = 41 \text{ м}^3$. Максимальная скорость вагона 100 км/ч, радиус кривой 75 м, диаметр колес 1000 мм,

база вагона 8200 мм, расстояние между буферами 12340 мм. Вагон на шарикоподшипниках UICNI+NJP 120×240×80 мм и оборудован пневматическим тормозом. Загрузка и выгрузка емкостей осуществляется за счет собственной массы зерна. Время выгрузки не более 5 мин. Освоение серийного производства вагона, без конструктивных изменений, намечено на 1983 г. [21].

Для облегчения поперечного перемещения кузова коксотупительных и др. вагонов промышленного железнодорожного транспорта относительно пятника при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в США произведено усовершенствование конструкции вагона. Верхний фланец центрального пятника в плане имеет прямоугольную форму. Поперечные кромки фланца выполнены в виде Т-образных направляющих, которые входят в профилированные пазы двух поперечных планок, приваренных к нижней поверхности рамы вагона. Крепление пятника к планкам осуществляется двумя мощными стопорными шпильками, расположенными по продольной оси вагона между плоскими направляющими пластинами, приваренными к раме кузова. Шпильки имеют замыкающий стержень квадратного сечения и плоскую рукоятку с цилиндрическими отверстиями, который проходит через квадратные отверстия планок и входит в прямоугольный паз фланца пятника. Два паза на кромках фланца расположены по диаметральной продольной оси пятника и два-со смещением в поперечном направлении на 150 мм. Фиксация шпильки в рабочем положении производится цилиндрическими штифтами, которые устанавливаются в отверстие рукоятки шпильки и направляющей пластины кузова. При выводе замыкающего стержня из паза фланца перемещение кузова относительно пятника производится гидродомкратами с ручным управлением [22].

Анализ причин отказов вагонов-самосвалов на горнодобывающих предприятиях подтверждает, что около 78% их приходится на долю конструктивных недостатков. Институтом Горного дела им. А.А. Скочинского совместно с Калининградским вагоностроительным заводом выполнен комплекс работ по изучению недостатков существующих типов вагонов-самосвалов и по дальнейшему совершенствованию базовых узлов и элементов думпкара.

Надежность ходовой тележки, пневморазгрузочного механизма, верхней рамы с кузовом, автосцепного и ударно-тягового устройств должна находиться на уровне коэффициента отказа нижней рамы, составляющего 1,5 - 8 % от общего

числа отказов. Исследования показывают, что это позволит увеличить уровень надежности думпкара в 1,6–1,7 раза, тогда за счет сокращения вынужденных простоев повысить коэффициент технического использования на 15–17%, сократить эксплуатационные расходы на ремонт и содержание вагонного парка на 35–50%, уменьшить на 8–25% количество трудящихся, занятых на ремонте и обслуживании вагонов, снизить потребность в ремонтных площадях и увеличить коэффициент использования рабочего времени локомотивосоставов за счет сокращения числа отцепок вышедших из строя думпкарсов и переформирования составов [23].

Эксплуатация восьмиосных думпкарсов типа ВС-136 показала, что их конструкция также имеет ряд недостатков. ВНИИвагоностроения совместно с Калининградским вагоностроительным заводом разработан проект модернизированного восьмиосного думпкара с уменьшенными консолями и расположением силовых цилиндров в базовом пространстве. Опытный образец отличается от серийного вагона расположением многих элементов. Он был принят заводской комиссией и направлен в Производственное объединение "Экспобастууголь" для проведения сравнительных прочностных, динамических и эксплуатационных испытаний. Их результаты подтвердили, что новая конструктивная схема обеспечивает лучшие ходовые качества. При разработке новой модели было решено увеличить ударную прочность верхней рамы. Калининградским заводом и ВНИИвагоностроения закончена разработка технического проекта нового восьмиосного думпкара. После изготовления опытной партии вагонов они будут направлены на испытания также в "Экспобастууголь" [24].

Новая конструкция кузова вагона-самосвала ВС-82 и ВС-85 для перевозки горячих шлаков разработана на Криворожском металлургическом заводе им. В.И. Ленина. На хребтовую балку думпкара установлен безбортовой кузов, состоящий из литых V-образных секций. Соединение секций между собой произведено с температурным зазором посредством валиков. Полуцилиндрическая секционная конструкция вагона способствует равномерному распределению нагрузки по всему кузову. Эксплуатация вагонов показала их высокую надежность, что позволило снизить затраты на производство плановых ремонтов и текущего содержания. Отсутствие отдельных элементов (механизм открывания бортов, воздушозамедлитель) позволило повысить безотказность вагона в целом. Если пробег думпкара ВС-82 между заводскими ремонтами составлял

1,5 г и дефовским ремонтом 0,5 г, то у нового вагона он составит соответственно 6 лет и 1 год. При этом себестоимость капитального ремонта нового вагона снизилась с 2371 руб. до 830 руб. и дефовского с 891 руб. до 220 руб. [25].

1.5. Путевое хозяйство и механизация работ

В настоящее время на промышленном железнодорожном транспорте уложено более 7 млн. железобетонных шпал. Укладка их в перспективе будет существенно расширена. Однако опыт эксплуатации таких шпал вызывает серьезное опасение. Это касается их использования в зонах болтовых стыков, тем более что на предприятиях звеньевой путь является доминирующим. Анализ распределения работ по текущему содержанию пути с железобетонными шпалами показывает, что 60% затрат труда связано с содержанием стыковых зон. Это значит, что здесь возникают максимальные расстройства пути, наиболее неблагоприятное напряженное состояние его элементов и значительного напряжения путевой конструкции. При этом условия взаимодействия пути и подвижного состава здесь наименее хорошие. Учитывая высокие темпы насыщения промышленного железнодорожного транспорта железобетонными шпалами, вопросы рационального их использования на предприятиях приобретают чрезвычайную остроту. При этом главным из них является вопрос о сферах целесообразного применения железобетонных шпал, которые должны быть назначены как по техническим, так и экономическим соображениям. Институт Промтранспроект провел научное исследование по большому перечню вопросов устройства и содержания путевого хозяйства [27]. При этом оценено влияние величины осевых нагрузок, скоростей движения подвижного состава, конструктивных особенностей болтовых стыков и отступлений в содержании рельсовых китей, на напряженно-деформированное состояние пути с железобетонными и деревянными шпалами, расположенными в зоне стыков и в середине звена. На основании технико-экономического анализа указаны сферы применения железобетонных шпал на путях промышленных предприятий, рассмотрены возможности более эффективного использования типовых железобетонных шпал, разработаны меры, направленные на улучшение их работы. Освещены результаты динамических испытаний тепловоза ТЭМ-7 по воздействию на путь, разработан метод рас-

чета спектральной плотности неровностей рельсовых нитей в вертикальной плоскости, позволяющей получить входные возмущающие воздействия, необходимые для решения широкого круга задач в области взаимодействия пути и подвижного состава. Приведены результаты расчета, поперечных горизонтальных сил в кривых при различных значениях поперечной горизонтальной жесткости пути, соответствующих различным конструкциям промежуточных рельсовых креплений, рассматривается проблема создания надежной конструкции промежуточных рельсовых креплений для железобетонных шпал [26].

Особенно важной задачей является внедрение прогрессивных конструкций верхнего строения пути на железнодорожных путях металлургических заводов, где обращается специальный подвижной состав с высокими осявыми нагрузками и на элементы верхнего строения пути. При этом применение железобетонных шпал вместо деревянных позволит значительно увеличить срок службы этой конструкции верхнего строения пути и добиться экономии средств. Научное исследование выполнено для Днепропетровского металлургического завода по определению рациональных сфер применения железобетонных шпал в качестве подрельсового основания позволили установить целесообразность их применения при грузонапряженности на участках от 11,4 до 22 млн. ткм брутто на 1 км в год. Разработанный графоаналитический способ определения эффективных сфер применения железобетонных шпал, который может быть использован другими металлургическими заводами [27].

Большая работа по совершенствованию промышленного железнодорожного транспорта на бурогольных разрезах проводится в ГДР. На вывозке вскрышных масс в отвалы почти 27% объемов выполняет железнодорожный транспорт. В стоимостном выражении на его долю приходится до 50% общих транспортных расходов и до 60% общего фонда рабочего времени. Для снижения эксплуатационных затрат внедряются средства механизации работ по укладке и передвижке рельсовых путей со шпалами длиной до 3 м. Длина плетей достигает 25 м. Навлучшие результаты достигнуты при использовании путеукладчиков и сварочных агрегатов, поставленных из СССР. На одном из предприятий за 27 рабочих дней сварено и зачищено 443 стыка, в том числе рельсовых путей транспортно-отвального моста. После этого пути находились в эксплуатации 1,5 г, выдержав два сезона дождей и ряд передвижек. При этом из строя вышло только 10 стыков. Для подвески контактной сети внедрена мачта, крепящаяся к полым стальным

шпалам. Благодаря этому удельная экономия металла составила 50 кг. Минимальная толщина щебеночной подушки 0,2 м. Отсыпку щебня производят из думпкаров с нижней или боковой разгрузкой. Предполагается внедрить новую машину для передвижки путей I 1435-DEQR -65, в особенности для транспортно-отвальных мостов и многочерпаковых экскаваторов ES -3150. Она будет иметь вдвое большую высоту подъема, шаг передвижки и установленную мощность привода. Для перевозки вспомогательного оборудования, материалов и людского состава вместо самоходной вагонетки RS 09 намечается внедрить вагонетку MZ 102, оборудованную краном. В целях увеличения срока службы верхнего строения пути намечается внедрить элементы из предварительно напряженного бетона длиной первоначально 3, а затем 2 м. Предусматривается снизить собственную массу угольных полувагонов и довести скорость движения составов до 80 км/ч, внедрить дистанционное управление стрелками, а работу стрелочных постов на экскаваторных уступах полностью автоматизировать. Предусматривается ряд мер по обеспечению нормальной работы железнодорожного транспорта в зимних условиях [28].

Продление срока службы элементов верхнего строения пути, в том числе и рельсов позволяет значительно сократить расход средств на их приобретение. Как известно, применение старогодних рельсов вызывает увеличение сил сопротивления движению поезда в части, зависящей от пути, а соответственно и увеличение расходов на топливо и электроэнергию. На основе выполненных научных исследований получены в первом приближении значения коэффициента увеличения удельного сопротивления движению поезда, вызванного износом рельсов у стыков, а также равномерным их износом. По результатам проведенных исследований составлены значения коэффициента суммарного увеличения сопротивления движению поезда при эксплуатации старогодних рельсов для всех категорий верхнего строения пути на предприятиях металлургической промышленности. Используя полученные данные для определения суммарных приведенных расходов по эксплуатации старогодних рельсов и сопоставляя их для новых рельсов можно определить сферы рационального применения старогодних рельсов [29].

1.6. Маневровые устройства

В настоящее время маневровые операции на железнодорожном промышленном транспорте проводятся как правило манев-

ровыми локомотивами. В некоторых случаях в качестве тягачей или тяговых средств используются электрокары, вилочные автопогрузчики, тракторы или другие машины и механизмы. Создана новая механизированная тяговая установка, предназначенная для подтаскивания вагонов к локомотиву на прямых участках пути, куда не могут заходить локомотивы. Установка состоит из тяговой группы, троса, отклоняющих роликов и механизма поворота тягового троса. В тяговую группу входит электромотор мощностью 1,5 кВт, электромагнитный тормоз, редуктор и барабан для троса, которые закреплены на сварной металлической конструкции. Вся система с помощью анкерных болтов закреплена на бетонном фундаменте. Созданная установка может подтягивать по 1-3 вагона на прямых участках пути протяженностью до 75 м [30].

Фирмами ФРГ выпускаются различные приспособления и механизмы для применения в сравнительно небольших объемах маневровых работ на заводских территориях. Так, например, при необходимости продвижения отдельных вагонов на несколько метров достаточно простое рычажное устройство фирмы Aurfaut. В упор колеса вагона устанавливается башмак, соединенный с длинным рычагом, конец которого крепится на горизонтальный конструктивный элемент вагона. При отжиге рычага вагон перемещается вперед. Маневровое устройство фирмы Jäger представляет собой одноосную массивную тележку на литых шинах. Спереди и сзади имеются колеса малого диаметра с ребрами, которые с помощью гидrocилиндров можно выставить в упор рельсового пути. Спереди тележка имеет бампер, сзади центральное направляющее колесо и дышло, на котором размещены органы управления. Развиваемое усилие достаточно для толкания секций из 8 платформ.

Низкоплатформенная тележка фирмы Lagro позволяет использовать для маневровых работ обычный погрузчик. Последний через откидную аппарель тележки заезжает на нее и переводом аппарели в вертикальное положение фиксируется сзади. Привод колес тележки осуществляется фрикционно от колес погрузчика. Фирма Mercedes-Benz выпускает приспособление на базе грузового автомобиля Unimog. Спереди имеется опускающаяся ось со двойными направляющими роликами ребристого типа. Тяговое усилие до 4 тс создается ведущими колесами автомобиля, взаимодействующими с рельсами, при этом рельсы не должны возвышаться над дорожным покрытием. Возможна переработка секций массой до 690 т. Максимальная скорость при движении порожняком 50 км/ч.

при производстве маневровых работ - 20 км/ч. Стационарные установки выпускает фирма РНВ. В габарите рельсового пути уложены направляющие, по которым с помощью канатного привода перемещается каретка с толкателями [31].

Вагонный толкатель серии D-E-W2W фирмы Jäger может толкать или тянуть до 8 вагонов. Он состоит из прочной рамы, в которой расположена дифференциальная передача, три скорости - 1 вперед и три назад, также нейтральное положение. Толкатель приводится в движение от электродвигателя постоянного тока мощностью 2 кВт, напряжением 24 В, соединенного с передачей клиноременным приводом. Ходовая часть толкателя состоит из приводных полностью резиновых колес размером 8,25 - 15 и двойного обрессоренного двойного управляемого ролика. Для работы на рельсах он снабжен роликками с гребнями: двумя спереди и двумя сзади, которые опускаются при помощи электрогидравлического привода при работе на рельсах и поднимаются при работе на грунте. С передней стороны находится двойной опорный ролик. Электродвигатель питается током от двух параллельно соединенных аккумуляторных батарей напряжением 24 В, емкостью 240 А.ч с панцирными пластинами. Управление толкателем осуществляется посредством специальной рукоятки. При разгоне толкателя в цепь электродвигателя подключаются две ступени пусковых сопротивлений. Для управления им при работе на рельсах предусмотрена вторая рукоятка с кабелем управления длиной 3 м, при помощи которого можно находиться вне пути на безопасном расстоянии при достижении хорошего обзора. Во время работы состояние батарей определяется при помощи серийного указателя разряда батарей. С передней стороны находится два выдвижных упора, при помощи которых толкатель упирается в буфера вагона. Техническая характеристика толкателя: длина 3090 мм, ширина 1670 мм, высота 1150 мм, масса 2300 кг, номинальная скорость (в км/ч) на первой передаче 0,77, на 2-й - 1,75 и 3-й передаче 2,54 [32].

Фирма Icowmark Inc (США) ежедневно загружает зерном 125 вагонов-хопперов, образующих маршрутный поезд. Подача порожних и уборка груженых вагонов производится маневровым тягачом Switchmaster, имеющим ходовую часть с автомобильным и железнодорожными колесами. Тягач берет на станции 8 порожних вагонов и устанавливает их под горловину бункера для загрузки. Затем тягач переводится для движения на автомобильном ходу и подходит к этой группе

вагонов с другой стороны. После установки тягача на железнодорожный ход и окончания погрузки вагонов он подает их на станцию. Здесь, из этих вагонов тягач формирует маршрутный поезд. При работе с вагонами на железнодорожных путях на тягаче включается гидравлическая система перераспределения осевых нагрузок, обеспечивающая ему сцепную массу, позволяющую развивать силу тяги, как у промышленных тепловозов массой 45 т. Для загрузки зерном 125 вагонов требуется 12 ч, но в перспективе тягач будет работать с группой вагонов состоящих из десяти хопперов, что позволит сократить необходимое время на загрузку до 10 ч [33].

При оборудовании трактора "Кировец" автосцепкой он может использоваться как маневровое средство, которое способно перемещать не менее шести груженых вагонов со скоростью 5-6 км/ч. Наличие у трактора шарнирно-сочлененной рамы улучшает выполнение маневровых операций. Автосцепка крепится к дополнительной раме, которая установлена на заднем мосту. Используется и тормозная система вагонов при их передвижении трактором. Для этого на тракторе необходимо установить дополнительный ресивер для сжатого воздуха. Одновременно трактор может использоваться, в свободное от маневровой работы время, как тягач. Созданное маневровое устройство может найти широкое применение в морских портах, стройплощадках и внутризаводском железнодорожном транспорте [34].

2. Автомобильный транспорт

2.1. Общие положения

Во многих странах мира для перевозки массовых грузов широко применяется большегрузный саморазгружающийся автомобильный подвижной состав. Наибольшее распространение он получил для транспортирования навалочных грузов на открытых горных разработках. В настоящее время созданы автомобили и автопоезда грузоподъемностью 40-318 т. Опыт автомобилестроения и эксплуатационные испытания машин показывают, что наиболее эффективным является применение подвижного состава с полезной грузоподъемностью 50 т. Использование автомобилей большей грузоподъемностью требует решения ряда сложных проблем, а именно: создание мощных моторов и приводов, изготовление специальных шин и устройств

передачи энергии. За последние 15 лет создано ряд конструкций саморазгружающегося автомобильного подвижного состава, различных по грузоподъемности, расположению осей, устройству основной рамы. При производстве саморазгружающегося подвижного состава фирмы изготовители учитывают ряд требований, основными из которых являются обеспечение наименьшего веса установки и кузова, т.е. снижение веса на 1 т грузоподъемности. Требуется также надежность конструкции кузова и механизма, обеспечивающего быструю разгрузку и полное опорожнение кузова.

С целью достижения скорости движения 40–80 км/ч, мощность привода большегрузного подвижного состава должна составлять около 2500 кВт. Кроме того, определенные требования предъявляются к рессорным системам, основными из которых являются обеспечение поглощения колебаний, возникающих при движении; прием значительных нагрузок толчков при погрузке грузов. Дополнительно необходимо учитывать увеличенные нагрузки на оси на подъемах и спусках, а также при торможении. Важнейшее требование при создании конструкции подвижного состава – правильный выбор шин. Основными факторами, которые принимаются при этом являются грузоподъемность, скорость движения, состояния транспортного пути, средняя температура окружающей среды.

Разгрузка автомобильного подвижного состава может осуществляться различными способами, под воздействием массы груза при изменении положения кузова из горизонтального в вертикальное, а также при неподвижном кузове по наклонным плоскостям, составляющим борта или дно кузова; принудительным выталкиванием груза из кузова, конвейерный пол, шнеки и др. устройства.

Как правило подвижной состав изготавливается с опрокидыванием кузова (боковая разгрузка), на любую из трех сторон, а также с предварительным подъемом и опрокидыванием кузова назад или на сторону. Фирмами США Le Tourneau, Unit Rig и Berliet построен подвижной состав с полойной нагрузкой 60, 42 и 40 тс. Все три типа имели одноосный тягач. Фирма Caterpillar изготовила трехосный самосвал типа 783 с полойной нагрузкой 91 тс. Разгрузка этого самосвала производится посредством бокового опрокидывания кузова. Он имеет ведущие передние и задние колеса. Эта же фирма разработала проект и изготовила новый тип кузова 786 с усовершенствованной конструкцией разгрузочного устройства. Автопоезд, состоящий из такого типа подвижного состава,

имеет 16 ведущих колес, полезную нагрузку 218 тс, тяговую мощность мотора 1471 кВт.

Фирма Euclid запроектировала и изготовила самосвал типа R-105 с полезной нагрузкой 95 т. Фирма Unit Rig подготовила проект подвижного состава общей грузоподъемностью 325 т, имеющего всего лишь 6 колес. В это же время был разработан первый саморазгружающийся автомобиль Lectra Haul M-200 класса грузоподъемности 181 т, который введен в эксплуатацию в Канаде, где обеспечивает перевозку в среднем 15 тыс. т щебня в сутки. В подвижном составе этого типа использован двигатель ЕМД-8-645-Е4, который работает до капитального ремонта 35 тыс. ч. Его масса составляет 10,2 т или 3,5% общего веса. Большой интерес вызвало изготовление подвижного состава типа Kress Coal Carrier грузоподъемностью 136 т и передней парой колес, поворачивающихся на угол 90° и обеспечивающих минимум места и времени на поворот. Затем фирмой VCON был построен один экземпляр подвижного состава типа 3006 с полезной нагрузкой 227 т, который в течение 600 ч проходил испытание в шт. Аризона.

В этом автомобиле был использован дизельный двигатель Alco 251-12 массой 16 т, мощностью 2207 кВт. Размер двигателя $4,9 \times 1,5 \times 2,4$ м.

Фирмы Unit Rig и Wabco в 1977-1978 гг. подготовили проект самосвалов с полезной нагрузкой 145-154 тс, который имеет аналогию с конструкцией Kress Coal Carrier. Несколько другой конструкции является самосвал типа Jeed-bary CP 2400 с полезной нагрузкой 91-154 тс. Большинство перечисленных фирм-изготовителей подвижного состава при производстве различных типов автомобилей - самосвалов и прицепного состава принимают наиболее простое расположение осей и колес (как правило 2 оси и 6 колес), а также механическую конструкцию привода для обеспечения текущего осмотра и ремонта. При этом общий вес автомобильного состава, как правило, распределяется следующим образом - $2/3$ приходится на переднюю и $1/3$ на заднюю ось.

Несколько усложняется управление саморазгружающимся подвижным составом при количестве осей более двух и колес более шести. Для облегчения управления в этом случае фирмы проводят различные конструктивные изменения по сравнению с двухосным подвижным составом. Фирма Unit Rig для перемещения автомобилей грузоподъемностью 90 тс полезной нагрузки использовала электрическую установку с дизелем

мощностью 330 кВт. С помощью такого устройства машины перемещаются как по участку, так и к местам погрузки и выгрузки.

Автомобили с дизель-электрической системой находят практическое применение. Фирма Unit Rig уже в начале семидесятых годов эксплуатировала 1035 единиц большегрузного подвижного состава этого типа на 85 открытых горных разработках в отличие от других фирм, которые имели всего лишь 526 машин. Особенно широко дизель-электрическая система стала применяться на подвижном составе с полезной нагрузкой 77-318 тс. При этом для улучшения эксплуатационных качеств различные фирмы вносят в эту систему некоторые конструктивные изменения. Кроме этой системы, фирмы разработали также большегрузные самосвалы с полезной нагрузкой 91-109 тс с использованием механических приводных устройств. Как показывает практика, в ряде случаев эти устройства имеют более высокую экономичность в эксплуатации, чем электрические устройства. Однако подвижной состав с дизель-электрической системой передаточных устройств значительно легче в управлении, меньше вес устройства и расходы на их ремонт, выше срок службы.

Большое внимание фирмы-изготовители подвижного состава уделяют тормозным устройствам. Для торможения используются различные системы - механическая, электрическая и гидравлическая. Дальнейшее совершенствование саморазгружающегося автомобильного подвижного состава предполагается проводить в направлении улучшения системы обеспечения безопасности движения, внедрение автоматизации контроля за работой всех устройств, повышение надежности конструкции автомобиля, увеличения скорости движения и ускорения погрузочно-разгрузочных операций [35].

Увеличение глубины карьеров влечет за собой ухудшение горно-геологических условий, рост объемов горных работ и дальности транспортирования, усложнение транспортных коммуникаций. При применении существующих систем разработки и оборудования это приводит к росту себестоимости добычи полезных ископаемых. Значительная доля эксплуатационных затрат на добычу горной массы приходится на процесс транспортирования. В настоящее время она составляет 60%, а с ростом глубины разработок до 400-500 м увеличивается до 70% [36].

По данным США цены на дизельное топливо на внешнем рынке с 1975 г. возросли в 6,5 раз. Эксплуатационные рас-

ходы на грузовой автомобиль большой грузоподъемности (75 т) в настоящее время увеличились в 1,5 раза, причем доля затрат на дизельное топливо и смазочное масло возросла с 10% до 30%.

Установлено, что пробег за единицу времени с увеличением грузоподъемности снижается, это обусловлено увеличением массы груженого автомобиля на единицу мощности. В США рассматривается вопрос, как в изменившихся условиях повысить экономическую эффективность использования автомобилей большой грузоподъемности. На симпозиуме в Чикаго, состоявшемся в 1981 г., были представлены материалы по троллейвозам, а также по высокоскоростным автопоездам, разработанным фирмой *Weserhütte AG*. Особенности использования грузовых автомобилей повышенной грузоподъемности по сравнению с другими транспортными системами хорошо известны. Меньшие капиталовложения, большая мобильность, относительно небольшая долговечность, что позволяет быстро внедрять технические новинки.

Применение дизель-троллейвозов позволяет экономить до 80% дизельного топлива. Хотя система дизель-электрических автомобилей большой грузоподъемности не является новой, она приобретает все большее значение в связи с ростом цен на дизельное топливо. Уже более двадцати лет на горных разработках применялись автомобили с дополнительным приводом от электрических контактных проводов.

В Канале фирма *Quebec Cartier Mining Co.* применяла в период 1971-1977 гг. только дизель-электрические автомобили большой грузоподъемности. При этом отмечалось увеличение пробегов на 20% и экономия дизельного топлива на 8,7%. Испытания подобной системы проводятся фирмой *South African Iron Steel Corp.* и на одном из медных рудников в Южной Африке. Применение контактного токосъемника в эксплуатации не представляет особых затруднений. Переход с одного типа привода на другой производится переключателем в зависимости от условий эксплуатации. Обычно от места погрузки в шахте до выхода на трассу, оборудованную контактными проводами, дизель-троллейвоз работает на дизельном приводе. Движение с включенным дизелем происходит до тех пор, пока модуль, измеряющий напряжение автоматически не установит, что дизель-троллейвоз подключен к энергоснабжению и что он имеет необходимую скорость движения, которая должна составлять около половины максимальной скорости в режиме электрической тяги, после этого питание привода про-

исходит от контактной сети. Если одно из указанных двух условий не выполняется, то переключение на режим электрической тяги не происходит и троллейвоз движется в режиме дизельной тяги. Лишь когда выполнены оба условия, контакты замыкаются, и происходит переход на питание от контактной сети. После перехода с дизельной тяги на электрическую, дизель продолжает работать с частотой вращения 1900 об/мин, чтобы обеспечивать работу системы охлаждения машин и других вспомогательных органов. Если троллейвоз остановился без отключения от контактной сети, он может снова разогнаться до необходимой скорости и перейти автоматически на питание от электросети. В тех случаях, когда происходит внезапное отключение питания от контактной сети, троллейвоз переключается снова на режим дизельной тяги. В течение обратного включения, продолжительность которого составляет менее 1 с, троллейвоз несколько замедляет свое движение, а затем продолжает движение в режиме электрической тяги. Испытания показали, что расход дизельного топлива полностью загруженного дизель-троллейвоза при вывозе груза из шахты может быть снижен с 20 до 2,3 л/км, что дает экономию 89%. Наряду с экономией дизельного топлива троллейвозная система характеризуется уменьшением затрат на текущее содержание. Поскольку подъемы, требующие наибольшей затраты мощности, электрифицируются, троллейвоз проходит их в режиме электрической тяги, дизель работает в среднем при небольшой нагрузке, при этом повышается его долговечность и снижаются затраты на текущее содержание в единицу времени. Внедрение этой системы позволит повысить производительность труда и уменьшить потребное количество подвижного состава. На примере расчета эффективности применения одного дизель-троллейвоза грузоподъемностью 170 т показано, что увеличение производительности труда составляет 9%, снижение эксплуатационных расходов - 31%. Общая экономия средств составляет 37% на 1 т перевезенного груза по сравнению с использованием дизельных автомобилей. При выборе троллейвозов необходимо учитывать специфические особенности конкретных карьеров [37].

Наметилась тенденция к применению на карьерах автосамосвалов с прицепами, что обеспечивает снижение потребления дизельного топлива на единицу перевозимой горной массы. Добавление прицепа грузоподъемностью 150 т к самосвалу грузоподъемностью 85 т приводит к снижению удельного расхода горючего на 18,5%. По сравнению с самосвалами жесткой

конструкции машины сочлененного типа позволяют повысить грузоподъемность на 70–300% при увеличении расхода топлива лишь на 28–50%. Несмотря на незначительное увеличение времени циклов работы сочлененных самосвалов за счет экономии горючего достигается снижение стоимости перевозок, а особенно при расстояниях транспортирования 1,6 км и менее и при уклонах свыше 10°/оо. Сравнительно низкое расположение кузова сочлененных машин позволяет в качестве выемочно-погрузочного оборудования использовать фронтальные погрузчики, а в случае применения одноковшовых экскаваторов достигается сокращение времени цикла их работы. В числе других преимуществ сочлененных самосвалов – заметное снижение износа шин благодаря лучшему, чем у обычных самосвалов, распределению нагрузки на колеса груженых и порожних машин, что также существенно влияет на уменьшение себестоимости транспортирования горной массы на открытых разработках [38].

2.2. Новые и модернизированные грузовые автомобили

При открытых горных разработках и ухудшении горнотехнических условий месторождений, снижение содержания полезных компонентов в ископаемых, рост глубины карьеров, возрастание объемов вскрыши особое внимание обращается на внедрение прогрессивных технологий и применение новых конструкций автомобилей. По прогнозам открытая добыча угля в США к 1990 г. увеличится на 400 млн. т и будет обеспечиваться эксплуатацией 161 карьера.

В развитии карьерных автосамосвалов главное внимание уделяется повышению производительности, маневренности и безопасности работы. На данном этапе развития техники достигнут определенный предел в увеличении грузоподъемности автосамосвалов; в обозримой перспективе не предвидится сколько-нибудь значительных нововведений, направленных на экономию энергии; в благоприятных условиях применение дизель-троллейбусов может привести к значительному экономическому эффекту. Новый самосвал К-540 грузоподъемностью 36 т создан фирмой Kokum. Машина отличается исключительно благоприятным соотношением мощности к массе, обеспечивающим движение на подъем со скоростью 65 км/ч. Кузов из 50 мм стального листа крепится с помощью нейлоновых амортизаторов, поглощающих ударные нагрузки и шумы, а

также уменьшающих степень риска его повреждения. Такая система, разработанная фирмой Skega AB, находится в эксплуатации более 10 лет. Экономическое сравнение автосамосвалов грузоподъемностью 153 т и 108 т за период эксплуатации 8 лет показало преимущество первых на 10%. Получают все более широкое распространение автосамосвалы сочлененного типа. Создано 100 моделей 31 фирмой в 10 странах. Грузоподъемность машин этого типа — от 4 до 136 т. Фирмой DJB разработаны две новые модели таких самосвалов D-35 и D-44 грузоподъемностью, соответственно 35 и 44 т. Машинны двухосные, которые по сравнению с трехосными имеют более высокую проходимость и способность преодолевать крутые подъемы. Фирмой Haulmatic Clarke Chapman создан сочлененный двухосный самосвал A-420 с кузовом вместимостью 8 м^3 [39].

Грузоподъемность самосвала не является единственным фактором, определяющим производительность в конкретных условиях его эксплуатации: влияние оказывают также скорость подъема кузова, скорость движения машины, а также комфортность кабины водителя. Фирмой Greto, (Дания), изготовлена модель самосвала TP-14 грузоподъемностью 25 т с кузовом вместимостью 14 м^3 . Машина развивает скорость до 30 км/ч при большом ускорении время подъема кузова 10 с. На самосвале сочлененного типа установлен двигатель и трансмиссия, системы Caterpillar. Мощность двигателя 157 кВт при 2400 об/мин, максимальный крутящий момент 61,5 кГм. Автомобиль характеризуется благоприятным для равномерного износа шин распределением массы, хорошей устойчивостью. Дисковые тормоза имеются на всех трех осях. Самосвал отличается экономичностью по фактору расхода горючего. В кабине водителя обеспечивается относительно невысокий уровень шума. Машина предназначена для использования как в условиях открытых разработок, так и для подземных работ, применение на строительстве тоннелей и др. [40].

На выставке Scottish Motor Show (Шотландия) экспонировались новые автосамосвалы фирмы Leyland Vehicles. Были представлены автосамосвалы двух моделей: Freighter 16.15 и 16.13. Масса брутто обеих моделей 16,2 т. Шасси 6-колесное модели 4×2 . Передняя подвеска ходовых колес состоит из 2-листовых рессор и двойных телескопических амортизаторов. Грузоподъемностью 6,6 т. В задней подвеске ходовых колес предусмотрены многоступенчатые рессоры. На автосамосвалах модели 16.15 установлены двигатели Leyland 411 с

турбонаддувом, развивающие мощность 115 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2600 об/мин. Максимальный крутящий момент на выходном валу 486 Нм при частоте вращения 1600 об/мин. На автосамосвалах модели 16.13 установлен аналогичный двигатель типа 402, развивающий мощность 100 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2600 об/мин. Максимальный крутящий момент на выходном валу 415 Нм при частоте вращения 1600 об/мин. Оба типа двигателя оборудованы вентиляторами типа Eaton. Автосамосвалы имеют наклоняющие кабины типа C-40. Угол наклона до 65°, что облегчает доступ к двигателям. В кабине предусмотрена отопительно-вентиляционная система мощностью 8 кВт, улучшающая вентиляцию кабины на 40%. Все элементы шасси имеют антикоррозионное покрытие [41].

В США создана новая конструкция автомобиля-самосвала с бункерным кузовом, предназначенного для перевозки сыпучих материалов. На раме автомобиля установлены гидравлические цилиндры, с помощью которых производится наклон кузова при его разгрузке через задний разгрузочный люк. Автомобиль имеет также пневматический конвейер, в который через загрузочный люк поступает транспортируемый материал, а затем по гибкому шлангу он поступает в приемный бункер в том случае, если приемный бункер располагается выше разгружаемого автомобиля. Если приемный бункер располагается ниже, то разгрузка его может производиться за счет свободного гравитационного истечения сыпучего материала через разгрузочный люк без помощи пневматического конвейера [42].

Вроцлавским научно-исследовательским институтом механизации лесной промышленности (OBR-PML) ПНР, разработаны и построены 2 опытных лесовоза на базе автомобилей Star 244 и Star 266. Испытание проводилось им же по разработанной программе в два этапа. На первом этапе был сделан анализ работы лесовозов, на втором выработаны рекомендации по функциональности принятых конструктивных решений по каждому узлу специального оборудования (загрузочная лебедка, канаты платформа, система управления и т.д.). Лесовоз обслуживает два человека: водитель-оператор и помощник. Оператор занимается лебедкой, а помощник — канатами. Вспомогательные операции выполняются совместно. Для повышения производительности труда оператору целесообразно управлять лебедкой с земли и вместе с помощником закреплять канаты. Опытные образцы лесовозов признаны пригодными к эксплуатации после внесения конструктивных изменений, выявленных в ходе испытаний машин [43].

На одном из карьеров Австралии при открытой добыче угля используются автосамосвалы с универсальным шкворнем модели D350 грузоподъемностью 32 тс. На этом автомобиле установлен 6-цилиндровый дизельный двигатель с объемом цилиндров 10,5 л., развивающий максимальную скорость мощностью 255 л.с., при 2200 об/мин. Трансмиссия автомобиля представляет собой 2-ступенчатую коробку передач с переключением скоростей с помощью сервопривода, приводящую в движение двойные ведущие мосты и дополнительный мост, который размещен после заднего ведущего моста. Емкость кузова D350 составляет 15,3 м³, максимальный радиус разворота равен 7,95 м [44].

Компания Atlas Hoist and Body Inc (Канада) подготовила к серийному производству новый прицеп-самосвал с задней разгрузкой марки RD-140, который при использовании его в сочетании автомобилем-самосвалом грузоподъемностью 86 т способен перевозить до 140 т груза. При полной загрузке прицеп может преодолевать подъемы с уклоном до 10% и двигаться со скоростью до 58 км/ч. Его кузов изготовлен из термообработанной стали, обладающей повышенным сопротивлением ударам и истиранию. Для подъема кузова прицепа используются гидравлические цилиндры двойного действия. Улучшение распределения масса, достигнутое в конструкции прицепа, и его способность передвигаться по рыхлым грунтам позволяет успешно использовать его на карьерах открытой добычи полезных ископаемых [45].

Особенность нового автомобиля-самосвала фирмы Mercedes-Benz и полуприцепа фирмы F.X. Meiller (ФРГ) представляет собой комбинацию шасси с кабиной и двигателем, которые способны опрокидывать кузов полуприцепа на любую из трех сторон. Борта кузова окантованы стальными профилями и снабжены ребрами жесткости, благодаря чему обладают повышенной прочностью. Привод бортов осуществляется от гидроцилиндров. Фиксация бортов при их опрокидывании может производиться в любом промежуточном положении в пределах угла около 180°. Предохранительное устройство защищает борта от перегрузки. Гидравлически действующие фиксаторы обеспечивают надежное арретирование бортов в закрытом положении. Управление движением кузова и бортов производится из кабины водителя тягача через пневмосистему. Применение рассмотренной системы привода кузова и бортов значительно сокращает время разгрузки самосвала [46].

В ФРГ создан новый автомобиль с подъемной грузовой

платформой, оснащенный пневмоподвеской и листовыми рессорами. С целью максимального уменьшения высоты грузовой платформы во время производства погрузочно-разгрузочных работ, подвеска выполнена таким образом, что при выпуске воздуха рама опускается вплоть до смыкания элементов пневмоподвески. При этом жесткость рессор такова, что в зоне работы пневмоподвески рессоры прогибаются под действием собственной массы автомобиля (без груза) практически без сопротивления [47].

Фирма Carrosserie Jaagloff A.J. (Швейцария) изготовила автомобильный кузов-фургон, боковые стенки которых не имеют промежуточных стоек, препятствующих загрузке и разгрузке автомобиля. Боковые стенки складываются и откидываются на крышу кузова. Привод стенок осуществляется от тросовых лебедок. Полное открытие стенок кузова длиной 7 м происходит за 30 с. После этого загрузка может производиться без помех по всей длине кузова. Уход за механизмом привода открывающихся стенок состоит в ежегодной проверке и по мере необходимости пополнения уровня масла в редукторах лебедок и ежегодной замене лебедочных тросов. Управление механизмом открытия стенок очень простое. Водитель открывает центральный замок, а затем нажатием кнопки включает нужную лебедку. Специальное устройство автоматически отключает лебедки по завершении процесса закрытия или открытия стенок [48].

На вывозной дороге из карьера Sishen (ЮАР) введен в эксплуатацию экспериментальный участок троллейной контактной подвески. Токосъемниками для работы с этой подвеской были оборудованы автомобиль Lectra Haul M36 и 2 автомобиля Wabco 170C. По двум медным контактным проводам, удаленными один от другого на 4 м, передается постоянный ток напряжением 1,2 кВ. На машинах установлены по 2 рычажных токосъемника с угольными вставками длиной по 3 м. Комплект токосъемников для автомобилей стоит 27 тыс. долл., но вместо него могут быть применены дуговые токосъематели стоимостью 5,3 тыс. долл. Опоры контактной сети смонтированы на основаниях, удерживаемых на месте засыпкой из скальных пород. Такие опоры легко переставляют с применением фронтального погрузчика. Участок длиной 1 км имеет три подстанции мощностью по 1,6 МВт, к которым подводится переменный ток напряжением 11 кВ. Подстанции смонтированы на салазках и их можно перемещать. Весь участок контактной сети может быть перебазирован на новое место примерно за

неделю. Уклон вывозной дороги на экспериментальном участке составляет 6,5%. При движении по этому участку автомобили, не использующие энергию из контактной подвески, за 1 ч расходуют 320 л топлива, а при следовании с электрической тягой — 80 л. Даже при питании от контактной сети дизель продолжает работать с номинальной частотой вращения на холостом ходу, что позволит снизить часовой расход топлива до 40 л. Скорость движения автомобиля без питания от контактной сети составляет 12 км/ч, а при работе с использованием контактной подвески — 20 км/ч. В первом случае расход топлива достигал 26,7 л/км, во втором — 4 л/км, а время движения по подъему 3 мин 20 с и 2 мин 30 секунд соответственно. Дополнительные выгоды будут также получены в результате снижения расходов на ремонт дизелей. На заказанных 13 самосвалах Wabco грузоподъемностью 150 т должны быть установлены токоприемники и другое оборудование, необходимое для работы с питанием от контактной подвески. На протяжении предстоящих трех лет намечено переоборудовать весь парк автомобилей с электрической трансмиссией для использования в качестве дизель-троллейбусов, что позволит сократить расход дизельного топлива этими машинами на 35%. Эксперименты с дизель-троллейбусами ведутся на карьере Palabora, а возможность применения таких машин рассматривают фирмы Bougainville Copper Ltd. (Папуа-Новая Гвинея), RTB Bor (СФРЮ), Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd. (Замбия), Wankie Colliery Co. Ltd. (Зимбабве) [49].

2.3. Эксплуатация автопоездов

В горнодобывающей промышленности ряда стран мира все больше стали использовать автопоезда взамен одиночных самосвалов. Применение самосвальных поездов обеспечивает значительное снижение удельного расхода топлива на 1 т перевезенного материала, затрат на шины и тем самым снижение расходов на единицу пробега транспортных средств. Фирма Atlas Hoist and Body Inc (Канада) выпускает автопоезда, которые эксплуатируются в настоящее время во многих карьерах. Прицеп грузоподъемностью 150 тс с тягачем грузоподъемностью 85 тс увеличивает количество перевезенной породы до 150 т; расход топлива при этом возрастает с 64,3 до 92,7 л/ч, однако расход топлива на 1 т перевезенной породы снижается на 18,5%. При изготовлении автомобилей в их конструкции предусматривается способность преодоле-

вать с нагрузкой подъем величиной 30% и движение на уклонах 10% со скоростью 12,8 км/ч. Удельный расход топлива на 1 т перевезенного груза будет меньше. Практика такого рода показывает, что чем больше количество перевозимого автопоездом груза, тем меньше удельный расход топлива. Другое важное преимущество использования самосвальных автопоездов — повышение срока службы шин. Распределение нагрузки на колеса и шины более равномерное, времени для охлаждения шин остается больше, срок их службы возрастает. Скорость движения самосвального автопоезда из-за более равномерной нагрузки может достигать 28,8 км/ч, и шины не перегружаются. Кроме того, перегруженная шина глубже погружается в мягкие грунты, испытывая большее сопротивление качению. Это требует больших затрат энергии на движение и соответственно большего расхода топлива. На основе анализа и учета конкретных условий эксплуатации можно осуществлять правильный выбор транспортных средств для горнодобывающих предприятий, отдавая предпочтение самосвальным автопоездам большой грузоподъемности, обеспечивающим меньший удельный расход топлива и соответственно меньшие эксплуатационные расходы на единицу пробега автопоезда [50].

Фирма Mercedes-Benz of North America (США) стала устанавливать на автомобилях кузова повышенной грузоподъемности. Масса основной модели такого автомобиля с грузом теперь достигает 14,6 т с кузовом-цистерной емкостью 11,3 м³ 15,9 т. На автомобилях устанавливаются 5-цилиндровые дизели мощностью 180 л.с. и 6-скоростные коробки передач ZF с синхронизаторами, а также усилители рулевого управления и устройства для облегчения запуска двигателя при низких температурах воздуха [51].

Для перевозки мотков проволоки и листового проката фирма Primrose Third Axle приступила к выпуску специальных автомобилей. Вместо откидных бортов применены раздвижные двери шириной 1,2 м каждая. Дверь треугольного сечения. При закрытии их на внутренней стороне образуются специальные выступы для установки листового проката или мотков проволоки. Это исключает необходимость крепления груза. Когда двери открыты, нижняя кромка их находится на высоте 225 мм от пола кузова. Это позволяет устанавливать на полу под груз деревянные прокладки для сохранения пола кузова. Раздвижные двери легко снимаются. В этом случае автомобиль используется как обычная грузовая платформа без бортов [52].

Парк тягачей и автоцистерн для транспортирования наливных грузов, используемых в Австралии компанией Sheppard United Tankers состоит из автомобилей типа Lord Louisville LNT9000 и Kenworth-K.125. Максимальная длина транспортных средств 16 м; полуприцепы или полуприцепы - 12,5 м, расстояние от шкворня до центра задней оси - 8,5 м, нагрузка на ось одноосных полуприцепов с одиночными шинами - 5,4 т, у двухосных с расстоянием между осями 1,0-1,6 м и двойными шинами - 15 т, у трехосных с расстоянием 2,0 - 3,2 м между осями и двойными шинами - 18 т, допустимая масса груза - 38 т. Шины бескамерные, изготовленные компанией Michelin. Наиболее распространенный способ разгрузки наливных грузов, принятый в Австралии - разгрузка при помощи насоса, некоторые из компаний применяют разгрузку под давлением. Все автоцистерны изготовлены из нержавеющей стали и имеют емкость: с одним отделением - 23 900 л с тремя - 11 365, 11 365 и 2273 л; и с четырьмя отделениями - 9100, 5100, 2273 и 3405 л. Компания Sheppard United Tankers сконструировала новую автоцистерну для перевозки перекиси водорода. Изготовитель - компания Tiesman Industries Pty, Ltd. (Мельбурн). Емкость - 28 тыс. л в 5 одинаковых отделениях. Четыре отделения используются для перевозки, а 5-е частично заполняется водой и служит предохранительным клапаном в случае утечки перекиси водорода. Корпус представляет собой цилиндр с коническими торцами, изготовленный из нержавеющей стали, имеет переборки и очистные кольца. Изоляция выполнена из стекловолокна средней плотности, имеющего толщину 7,5 см и сжатого до толщины 5 см. Стекловолокно помещено во внешнюю оболочку из нержавеющей стали. Автоцистерна размещена на 3-осном шасси Reuco 21B, где использованы бескамерные шины фирмы [53].

Компания Siskman Motors (США) выпустила новый электро-тягач типа Titan 6000, снабженный платформой грузоподъемностью 2700 кг и способный транспортировать грузы массой до 20 т. Электротягач приводится в движение двумя электродвигателями, работающими при напряжении 48 В и получающими питание от 8 аккумуляторных батарей с рабочим напряжением 6 В каждая. Общая высота тягача равна 3 м. Его платформа имеет размеры 1,9 x 1,15 м при высоте ее расположения 65 см [54].

В Великобритании производится выпуск автомобилей-самосвалов и автопоездов, состоящих из полуприцепов с самосвальными кузовами и тягачей для перевозки сыпучих материалов.

Фирма 8LD Olding Ltd изготавливает автомобили серии Heathfield и автопоезда Nordveco. Наибольшим спросом пользуются автомобили грузоподъемностью 18 и 30 тс, имеющие подвеску на резиновых элементах и коробку передач, переключаемую под нагрузкой. Эти автомобили находят применение на карьерах и открытых горных разработках средней производительности. Автопоезд NV 140B с полноприводным 3-осным тягачом работает с полуприцепом грузоподъемностью 22 т и предназначен для эксплуатации на пересеченной местности. Тягач имеет двигатель Volvo TD70Y мощностью 213 л.с. и коробку передач с гидротрансформатором, переключаемую под нагрузкой и позволяющую получать по четыре скорости при движении вперед и назад. Автомобили-самосвалы фирмы Caterpillar (США) моделей 769C, 773B и 777 т. На них установлены дизели V 8 и V12 мощностью 450 и 650 л.с. планетарные коробки передач, переключаемые под нагрузкой, и гидропневматическая подвеска. Тягачи фирмы D1B Engineering Ltd выпускаются 2- и 3-осными и работают с самосвальными полуприцепами грузоподъемностью от 20 до 45 т. На эти машины используются дизели фирмы Caterpillar и переключаемые под нагрузкой коробки передач. Для улучшения маневренности в системе рулевого управления применены гидравлические устройства, изменяющие угол поворота тягача относительно полуприцепа. Автомобили специального назначения фирмы Naufamatic грузоподъемностью 15 и 18 т выпускаются с дизелем Parkias 180 мощностью 215 л.с. и автоматической коробкой передач Allison, а автопоезда грузоподъемностью 20 т с 3-осными тягачами — с дизелем Detroit 6-71 мощностью 210 л.с., а 4-скоростной коробкой передач и пневматической подвеской, позволяющей регулировать высоту положения кузова. Машина фирмы Leyland Trucks выпускается такой грузоподъемности, что их масса с грузом составляет от 6 до 136 т. Автомобили и полуприцепы выпускаются общего и специального назначения, которые оборудованы соответствующим устройством для выгрузки материалов [55].

На выставке в Берлине был представлен автопоезд для перевозки кормов. Он состоит из автомобиля-тягача серии AS 25/4 BALM на шасси 6x2 фирмы Daimler-Benz серии 2228 и двухосного прицепа серии SA 1635/2 PALM. Цистерна тягача вместимостью около 25 м³ разделена на четыре камеры и имеет четыре разгрузочных люка типа MPO-AL. Цистерна прицепа емкостью 25 м³ разделена лишь на две камеры. Использование алюминиевого сплава для изготовления

шестерни позволяет повысить грузоподъемность автомобиля примерно на 1 т. Кроме того, уменьшение собственной массы автомобиля позволяет экономить топлива при порожнем пробеге, величина которого в общем пробеге автомобиля составляет 50%. Особенно заметна экономия топлива при интенсивном движении автомобильного транспорта, когда часто приходится тормозить и разгоняться. Прицепы также должны иметь несущую конструкцию кузова, чтобы снизить собственную массу. Фирмой Kässbohrer на международной ярмарке впервые был представлен вездеходный седельный автопоезд с саморазгружающимся полуприцепом для перевозки гравия из карьеров. Передние оси полуприцепа при езде без груза поднимаются, что уменьшает сопротивление движению на кривых участках пути и при движении по грунту. При погрузке полуприцепа поднятая ось опускается автоматически, когда давление на ось полуприцепа достигает 10 т. Основную часть работы (90%) автопоезда осуществляют по дорогам с твердым покрытием и лишь 10% на местах добычи гравия на строительной площадке, однако эти условия определяют требования к подвижному составу. Фирма Albert and Sohn эксплуатирует 24 автопоезда на трех гравийных заводах, из них пять имеют кузов из алюминевого сплава, что позволяет увеличить их грузоподъемность. Десять автопоездов серии MB 1632x4x4, с трехосными полуприцепами, остальные — трехосные тягачи с двухосными полуприцепами. Фирма не применяет тягачи с колесной формулой 6x6 со всеми ведущими осями из-за их сравнительно высокой стоимости.

Хороший опыт эксплуатации имели автомобили фирмы Basing с поднимающимися осями. Поскольку автопоезда имеют порожний пробег около 50%, уменьшение основного сопротивления движению дает экономию топлива и снижает износ шин при прохождении кривых и торможении. Фирма использует полуприцепы только с пневматическим рессорным подвешиванием, поскольку остальные рессоры у порожнего полуприцепа при нагрузке 14,5 т не так хорошо выполняют свои функции, как при полной нагрузке 38-40 т. Эксплуатация самосвалов грузоподъемностью 50 т фирмы Caterpillar показала, что для максимального использования машины при груженом и порожнем рейсах необходимо дооборудовать хотя бы две оси пневматическими рессорами. Фирма предпочитает расположение кабины водителя непосредственно на фронтальной части тягача, то есть желательное отсутствие капотной части двигателя. Когда полуприцеп перед разгрузкой устанавливается не гори-

горизонтально, а с наклоном в поперечном направлении, водитель включает специальное выравнивающее устройство пневматического рессорного подвешивания и кузов устанавливается горизонтально. После этого включается подъемное устройство кузова и он поднимается для разгрузки. В настоящее время обе задние оси полуприцепа оборудуются шинами 12R 22S [56].

На основе многолетнего опыта в ФРГ спроектирован автопоезд для перевозки тяжеловесных грузов, состоящий из тягача, прицепа, не имеющего привода, а также расположенной между ними грузовой платформы. Для тяжелых условий местности вместо прицепа может включаться в состав другой тягач. Длина всего поезда 31 м. Тягач марки KVV 320 YZ производится дизелем Mercedes-Benz OM430 мощностью 235 кВт/310 при скорости вращения 2500 об/мин, с максимальным вращающим моментом 103 кгм при 1600 об/мин. Длина тягача 7270 мм, ширина 3750 мм, высота 4200 мм. При колесной базе 4000 мм радиус поворота составляет 11 000 мм. Наибольшая скорость движения на четвертой передаче составляет около 49 км/ч. У прицепа NL 30 передние и задние оси не имеют привода. Передняя ось жестко соединена с рамой прицепа, задняя ось подвешена к раме с возможностью смещения на угол $\pm 10^\circ$. В качестве служебного тормоза применяется пневматический тормоз, управляемый с тягача. Стояночный и вспомогательный ручной пружинный безрычажный тормоза действуют на все колеса. На двухосной тележке установлена верхняя часть с жестко закрепленным сельевым соединением и блокирующей головкой для соединения с платформой. Обе они соединяются друг с другом поворотной крестовиной. При нормальной езде это поворотное соединение стопорится механически посредством блокирующей головки. При движении по узкой дороге это блокирование может быть отключено гидравлическим способом, и тогда прицеп может управляться дополнительно с пульта управления прицепа, где имеется сиденье и рулевое колесо с правой стороны по ходу движения. Платформа имеет погрузочную площадку размером 13х3 м. Спереди и сзади установлены кранштейны с цифрами, а также приспособление для соединения с прицепом. По бокам грузовой платформы имеется опускаемое ограждение. Платформа — сварная конструкция, рассчитанная на погрузку 45 т, масса в порожнем состоянии 20 т. Автопоезд может быть составлен в следующих вариантах. В составе поезда — тягач, платформа, прицеп; платформа соединена

жестко с прицепом и не может быть разделена с ней без помощи крана; высота пола платформы составляет 1100 мм над уровнем дороги. В составе поезда-тягач, платформа тягач; один из тягачей тянет платформу, другой ее толкает, платформа в любом месте и без постороннего оборудования может быть взята или снята с любого тягача; высота пола платформы при этом составляет лишь 600 мм над уровнем дороги. Преимущество такого поезда — двойная мощность привода. Первый такой поезд изготовлен для фирмы Rheinisch Braunkohlenwerke (Кальн) и используется для перевозки трансформаторов, рулонов и других тяжелых грузов массой до 45 т [57].

3. Организация работы промышленного транспорта

3.1. Комплексное использование наземных безрельсовых колесных видов транспорта

В последние годы на предприятиях все шире начинают применять безрельсовый транспорт. Однако использование для внутризаводских перевозок обычных грузовых автомобилей часто возникают затруднения из-за специфических условий работы особенно металлургических заводов. Фирма Kamag Transporttechnik (ФРГ), обобщив опыт сталелитейного производства по использованию промышленных грузовых автомобилей, создала автомобиль Unitrack грузоподъемностью 8–10 тс со скоростью передвижения до 25 км/ч специально для использования на внутризаводских перевозках. Автомобиль Unitrack кроме того может быть использован в качестве тягача для тяжелых прицепов [58].

Первое поколение безрельсовых транспортных средств состояло преимущественно из сцепы тягача с прицепом, который мог быть в виде платформы или специального кузова. В качестве тягача при этом применялись обычные транспортные автомобили-тягачи или серийные колесные тракторы. Основным недостатком такой сцепки была недостаточная маневренность. Обычный серийный тягач или трактор мог обеспечить весьма ограниченную маневренность такой сцепки, а в некоторых случаях совсем не мог осуществить необходимый маневр для подачи прицепа к месту назначения. Второе поколение безрельсовых транспортных средств уже предусматривало применение специального универсального тягача, спроектированного на испытанных и надежных агрегатах автомобилей известных фирм. Такой тягач обладал большой мощностью (от

95 до 188 кВт), был оснащен автоматической коробкой передач с преобразователем, рулевым управлением с сервоусилителем, имел короткую базу, обладал хорошей маневренностью и даже способностью преодолевать подъем 15-20%. Специальная кабина с круговым остеклением обеспечивает хорошую обзорность водителю и возможность совершать всевозможные маневры в сцепе с прицепом. Третье поколение внутризаводских транспортных средств характеризуется введением в эксплуатацию семейства специализированных роликовых прицепов-поддонов с разнообразным оборудованием для погрузки, разгрузки и изменения погрузочной высоты. Часть этих прицепов оснащается ходовой частью с приводом для самостоятельного местного маневрирования. Разработан и принят в эксплуатацию также универсальный тягово-сцепной прибор, обслуживаемый одним оператором и пригодный для сцепки различных прицепов [59].

В ФРГ начали применяться самоходные тележки и тягачи. На применяемых машинах используется рулевое управление автомобильного типа. Фирма Orenstein and Koppel AG разработала электротягач EFZ 15, отличающийся компактностью, высокой маневренностью и относительно высокой мощностью. Конструкция хвостовой части тягача обеспечивает доступность отсека с тяговыми аккумуляторными батареями. Благодаря тиристорному управлению тягач обладает хорошей экономичностью, бесступенчатым регулированием скорости, оптимальными характеристиками разгона и торможения. Габаритная ширина тягача 1025 мм, радиус поворота 1500 мм. Трех и четырех колесные тягачи EZ-10 фирмы Almosag Hornung GmbH с электро- или бензомоторным приводом оборудованы высококомфортабельным сиденьем водителя, специальной подвеской с пневматической амортизацией и удобной в работе системой управления. Тягачи оснащаются грузовой платформой, или сиденьями для пассажиров и могут преодолевать подъемы до 25%. Эта же фирма предполагает самоходную электроаккумуляторную тележку. Big Mover, оборудованную пневматическими амортизаторами и широкопрофильными шинами. Тележка может применяться в условиях отсутствия путей с твердым покрытием. Позади сиденья на 2 человека располагается грузовая платформа, рассчитанная на нагрузку 750 кгс. Емкость тяговой аккумуляторной батареи обеспечивает тележке пробег без подзарядки 55 км. Фирма Argo Grebe KG выпускает электротележку F 2313 с сиденьем для водителя и с системой импульсного управления. Тележка оборудована встроенным за-

рядным устройством с электронным блоком для контроля зарядного тока, которое предотвращает перезарядку тяговой аккумуляторной батареи. Характеристика тележки: длина 1970 мм, ширина 880 мм, высота 1250 мм, погрузочная площадь 960×880 мм, погрузочная высота 540 мм, предельно преодолеваемый подъем 20%, грузоподъемность 500 кг. Электробатарейный привод самоходных тележек EFW2X фирмы Bühler-Miag GmbH имеет взрывобезопасное исполнение, соответствующее требованиям взрывоопасных зон категории 1. Тележка оборудована сиденьем на два человека, двойными рессорами на всех колесах и рулевым управлением с приводом на переднюю ось. Характеристика тележки: грузоподъемность 2000 кг, погрузочная площадь 2030×1200 мм, погрузочная высота 770 мм, внешний радиус поворота 3200 мм, внутренний 660 мм, максимальная скорость с грузом 12,7 км/ч, без груза 15,1 км/ч [60].

Для обеспечения дальнейшего повышения производительности внутризаводского транспорта на ряде металлургических заводов ЧССР начато применение безрельсового транспорта вместо железнодорожного. Попытка решить проблему за счет применения специальных самосвалов и порталных погрузчиков не дали желаемых результатов, поскольку при нормальной ширине машины 2,5 м возможна переработка контейнеров шириной соответственно до 1,7 и 1,3 м. Кроме того у порталных погрузчиков очень велика нагрузка на ось (при грузоподъемности 30 тс — до 12,5 т), что вынуждает усиливать дорожное покрытие. В ряде промышленных стран созданы специальные низкоплатформенные автотранспортеры с вертикально перемещаемой грузовой платформой. Их грузоподъемность достигает 160 т и при этом возможно использование существующих автомобильных дорог. Грузы перевозят в специальных контейнерах длиной 3–10 м и шириной 2,5 – 3,5 м. Контейнер выставляется на грузовой площадке, автотранспортер заезжает под нее и подъемом грузовой платформы на 0,5 м снимает контейнер и доставляет в пункт назначения, где опустив платформу ставит груз на приемную площадку. В ЧССР создан автотранспортер грузоподъемностью 60 т с опрокидывателем и встроенными весами. Его используют для перевозки производственных отходов на различных стадиях технологического процесса. Масса груза достигает 42 т. Скорость транспортирования до 20 км/ч. При анализе работы двух машин установлено, что сменный коэффициент использования по времени у них равен соответственно 0,77 и 0,42. Средняя стоимость

одного рабочего часа составляет 400 крон, стоимость переработки 1 т груза - 5,5 кроны. Поскольку, как установлено, между сроком службы дорожного покрытия и нагрузкой от массы транспортных средств зависимость выражается четвертой степенью, большое внимание уделяют повышению прочности дорожных покрытий на внутризаводских коммуникациях, в частности, за счет улучшения теплопроводности покрытий. В этой связи рекомендуется использовать в качестве заполнителей доменный шлак [61].

Фирма Kötting (ФРГ) освоила новые большегрузные прицепы, которые могут быть использованы на внутризаводском транспорте металлургической промышленности. Прицепы в основном низкоплатформенные (высота платформы 0,62 - 1,27), размеры в плане 4 x 2 - 10 x 3 м и грузоподъемностью 20-100 т. У прицепов грузоподъемностью до 50 т, как правило, поворотной является только передняя ось. Один из прицепов грузоподъемностью 60 т имеет две группы по 4 оси в каждой, причем оси имеют независимую двойную карданную подвеску, что позволяет использовать прицеп на заводских территориях с большими неровностями [62].

Фирма Terep (ФРГ) изготовила аппарат специально предназначенную для использования в железнодорожных цехах промышленных предприятий с территориально разбросанными производствами. Аппарат смонтирован на самоходном шасси, перемещающемся вдоль рельсового пути. В нерабочем положении она занимает вертикальное положение, не препятствуя работе рельсового транспорта. При необходимости переезда рельсового пути погрузчиками и другими колесными нерельсовыми транспортными средствами аппарат поворотом на угол 90° относительно одного своего конца переводится в горизонтальное положение, перекрывая при этом рельсовый путь. В одной из модификаций аппарат имеет встроенный грузоподъемный стол. Поэтому ее можно использовать при погрузке, перевозке и разгрузке контейнеров, находящихся на грузовых платформах. Аппарат располагается у торца контейнера, а грузоподъемный стол выставляется последовательно в 2 уровня [63].

В США компания Ford Motor Co. путем использования съемных кузовов, специальных приспособлений или модификации узлов автомобилей приспособливаются шасси большегрузных машин для целей внутризаводского транспорта. Парк переоборудованных машин состоит из автомобилей грузоподъемностью 900-2700 кг. Они используются в качестве передвижных мастерских технического обслуживания и ремонта, топливно-

дозаправщиков, а также мусоровозов, передвижных пищеблоков и админпунктов. Использование для этих целей автомобилей позволило значительно повысить безопасность работы персонала, эффективность и качество технического обслуживания и ремонта автомобилей, работающих на внутризаводском транспорте [64].

На внутризаводском транспорте (ФРГ) успешно используются тяжеловесные большегрузные автомобильные прицепы для перевозки крупных партий грузов, сырья, заготовок и готовой продукции. Такие прицепы могут обслуживаться автомобилями-тягачами или другими подъемно-транспортными средствами общего назначения. Принятая транспортная система полностью решает проблему внутризаводского транспортирования, не требует сооружения дорогостоящих конвейеров или специальных дорог. Особое удобство таких прицепов заключается в их эксплуатационных показателях, из которых наиболее важные — малая погрузочная высота и большая площадь грузовой платформы. Грузоподъемность таких прицепов от 20 до 100 т; размер грузовой платформы от 4 × 2 м до 10 × 3 м [65].

ВЫВОДЫ

Транспортная составляющая по затратам в общем объеме промышленного производства, как в СССР так и за рубежом, составляет значительный удельный вес. По данным исследования специалистов Югославии расходы на внутризаводской транспорт составляют 36–62% суммарных производственных расходов. Из общего времени нахождения единицы груза на производстве только 20% занимает непосредственно производство, а 80% приходится на перемещение и складирование. Установлено, что 22% всех производственных рабочих занято на внутризаводском транспорте.

На долю отечественного промышленного железнодорожного транспорта только цветной металлургии приходится около 35% объема перевозок в тоннах и примерно 53% грузооборота. Снижение себестоимости перевозок лишь на 1% дает экономии более 1 млн. руб в год.

Стремление к снижению транспортных издержек зарубежные фирмы и отечественные министерства, объединения, заводы, карьеры и другие производственные предприятия производят постоянное совершенствование промышленного транспор-

та за счет внедрения нового подвижного состава, модернизации действующего, применение прогрессивной технологии эксплуатации и автоматизации управления транспортными процессами.

1. Анализ стоимости транспортирования угля на большие расстояния проведенный в США показывает, что перевозка топлива по железной дороге маршрутными поездами является конкурентоспособной со всеми видами транспорта, включая передачу электроэнергии по ЛЭП сверхвысокого напряжения. Этим объясняется повышенный интерес в США к увеличению объема маршрутных перевозок массовых навалочных грузов.

2. Продолжается специализация подвижного состава железнодорожного транспорта, расширяя тем самым номенклатуру специальных грузов перевозимых в таких вагонах. В отдельных странах специализация достигла высокого уровня. Так, в ФРГ на Государственных железных дорогах к концу 1982 г. доля специализированных грузовых вагонов в парке достигла 40%. Несмотря на то, что специализация вагонов увеличивает их стоимость и порожний пробег, однако за единицу времени специализированный вагон на 40% используется лучше универсального. Поэтому дополнительные затраты на его постройку оправдываются.

3. В связи с тем, что цены на дизельное топливо с 1975 на внешнем рынке возросли в 6,5 раз и остаются высокими эксплуатационные расходы на грузовой автомобиль большой грузоподъемности, которые также увеличились в 1,5 раза. В целях удешевления транспортирования горной массы на некоторых крупных карьерах начали применять дизель троллейвозы, позволяющие резко снизить расход дизельного топлива. Опыт длительной эксплуатации пяти дизель-троллейвозов, созданных на базе самосвалов грузоподъемностью 150 т показал, что если обычные самосвалы на уклоне 8% развивают скорость 13,5 км/ч при расходе дизельного топлива 24 л/км, то при включении дополнительного электродвигателя скорость движения машины возрастает до 20,5 км/ч, а потребление дизельного топлива снижается до 4,8 л/км. В целом на карьере в результате применения дизель-троллейвозов позволило увеличить производительность на 9%, снизить эксплуатационные расходы на 31% и сократить затраты на 1 т полезного ископаемого. Вот почему практика применения дизель-троллейвозов на многих крупных зарубежных карьерах получает широкое распространение.

4. Наметились тенденции к использованию на карьерах автотранспортных средств сочлененного типа, обеспечивающих

снижение потребления дизельного топлива на единицу перевозимой горной массы. Добавление прицепа грузоподъемностью 150 т к самосвалу грузоподъемностью 85 т приводит к снижению удельного расхода горючего на 18,5%. Машины сочлененного типа по сравнению с самосвалами жесткой конструкции позволяют повысить грузоподъемность сочлененного комплекса на 70-300% при увеличении расхода топлива лишь на 28-50%. Несмотря на незначительное увеличение времени циклов работы сочлененных самосвалов достигается снижение стоимости перевозок, в особенности при небольших расстояниях. Такой способ использования автомобильного подвижного состава на вывозе горной массы уже применяется более чем на 27 зарубежных карьерах и продолжает распространяться дальше.

5. Автоматизация управления движением и перевозочным процессом в целом на железнодорожном и автомобильном промышленном транспорте является неотъемлемым условием при модернизации и создании новых транспортных средств. Применение автоматизации направлено на достижение главной цели - снижение нерациональных простоев подвижного состава при производстве грузовых операций, обеспечение точного учета прохождения подвижного состава по технологическим пунктам объекта, эффективное использование погрузочно-разгрузочной техники, постоянного учета трудовых затрат и др. Как правило, управление осуществляется дистанционно с помощью ЭВМ. За последнее время запатентовано много автоматизированных систем, которые могут применяться для железнодорожного и автомобильного транспорта. По данным отдельных фирм внедрение автоматизированных систем управления позволяет повышать производительность труда на 10-25%.

6. Экономия энергетических, людских и материальных ресурсов является важнейшим направлением в снижении эксплуатационных расходов на промышленном транспорте. В числе основных организационных мероприятий, которые проводятся фирмами это комбинированное применение различных видов транспорта, там где это экономически эффективно, замена маневровых локомотивов - маневровыми средствами поскольку коэффициент использования этих локомотивов низкий, замена железнодорожных стрелочников диспетчерской централизацией стрелок и сигналов, продление службы транспортных средств и др.

На значительную часть технических решений осуществленных на промышленном транспорте предприятий и карьеров по-

казан экономический эффект, который выражен в снижении эксплуатационных расходов, повышении уровня производительности труда или продления срока службы транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. "Mining Equip Int", 1982, 6, № 9 (РЖПТ, 1983, 2A94)
2. "Technik Lente", 1981, 35, № 12, (РЖПТ, 1982, 9A25)
3. Шахт. и Карьер. трансп. 1981, № 7 (РЖПТ, 1982, 7A116)
4. "Probl. projekt hutn s ryzem maszyn", 1981, 28, № 2 (РЖПТ, 1982, 2A94)
5. Днепропетр. ин-т. инж. ж.д. трансп. Днепропетровск, 1981 (рукопись деп. в ВНИИТЭИ МПС 30 марта 1981 г. 1461/81 (РЖПТ, 1981, 7A131)
6. Ж.д. трансп. 1981, № 4, (РЖПТ, 1981, 8A124)
7. "Joint ASME/IEEE/AAR Railroad Conf. Montreal, 1980, New York, NY, 1980 (ЭИПТ, 1981, вып. 5, реф. 47)
8. "Coal Age", 1981, 86, № 2 (РЖПТ, 1981, 8A96)
9. "World Coal", 1981, 7, № 5 (РЖПТ, 1981, 12A117)
10. "Int Railway T." 1981, 21, № 12 (РЖПТ, 1982, 4A113)
11. "Coal Age", 1980, 85, № 3 (РЖПТ, 1981, 7A112)
12. "Railway Age", 1980, 181, № 7, 6 (ЭИПТ, 1981, вып. 21, реф. 210)
13. "Int Railway J.", 1982, 22, № 2 (РЖПТ, 1982, 7A29)
14. "Railways", 1981, Дек. (РЖПТ, 1981, 7A34)
15. "Colliery Yuard", 1981, 229, № 2 (РЖПТ, 1981, 6A21)
16. "Progr. Railroad", 1982, 25, № 6 (РЖПТ, 1982, 12A22)
17. "Пром. трансп." 1981, № 7 (РЖПТ, 1981, 10A25)
18. "Электр. и тепловоз. тяга", 1980, № 12 (РЖПТ, 1981, 6A20)
19. "Пром. энерг.", 1982, № 4 (РЖПТ, 1982, 7A31)
20. "Dev Eisenbahningenieur", 1981, 32, № 7 (ЭИПТ, 1982, вып. 2, реф. 18)
21. "Trakcja wagonu", 1980, 3, № 10, (РЖПТ, 1981, 6A24)
22. Пат. США кл. 105/199 С (В 61 С 9/00), № 4263852, заявл. 1.02.79, № 8271, опубл. 28.04.81 (РЖПТ, 1981, 12A20П)

23. "Шахт. и карьер. трансп". (Москва), 1981, № 7 (РЖПТ, 1982, 6А97)
24. "Пром. трансп". 1982, № 2 (РЖПТ, 1982, 6А9)
25. "Пром. трансп". 1981, № 3 (РЖПТ, 1981, 7А40)
26. Сб. науч. тр. Всес. проект. и НИИпром. трансп. М. Стройиздат, 1982, (РЖПТ, 1983, 3А10)
27. Днепропетр. ин-т инж. ж.д. трансп. Днепропетровск, 1981, 9 (рукопись деп. в ВНИИТЭИ МПС 30 марта 1981, № 1463/81 (РЖПТ, 1981, 6А26)
28. "Neue Bergbantechn", 1981, 11, № 1 (РЖПТ, 1981, 6А15)
29. Днепропетр. ин-т инж. ж.д. трансп. Днепропетровск, 1981, 8С (рукопись деп. в ВНИИТЭИ МПС 30 марта 1981, № 1458/81) (РЖПТ, 1981, 6А28)
30. "Constr mas"; 1981, 33, № 6 (РЖПТ, 1981, 11А15)
31. "Materialfluss", 1981, № 5 (РЖПТ, 1981, 10А26)
32. "Archiv für Eisenbahntechnik", 1980, № 35, (РЖПТ, 1982, 9А23)
33. "Progr. Railroad", 1981, 24, № 9 (РЖПТ, 1982, 2А63)
34. "Пром. трансп.", 1981, № 4 (РЖПТ, 1981, 7А38)
35. "Deutsch Hebe- und fordertechn", 1980, 26, № 12 (ЭИПТ, 1981, вып. 17, реф. 173)
36. "Neue Bergbautechn", 1982, 12, № 7 (РЖГД, 1982, 12Б527)
37. "Glückauf", 1981, 117, № 13 (ЭИПТ, 1982, вып. 2, реф. 19)
38. "World Mining", 1982, 35, № 4, ISSN 0043-8707 (РЖГД, 1982, 8Б524)
39. "Mining Annu Rev.", 1982, 213, 215, 217, 219, 223, 225, 227, 231, 233, 227, 231, 233, 235, 30487-9УВ (РЖГД, 1981, 12Б530)
40. "Mining J.", (1982, 298, № 7649, ISSN 0026-5225 (РЖГД, 1982, 8Б423)
41. "Commer Mot.", 1981, 154, № 3937, (РЖПТ, 1982, 4А7)
42. Пат. США, кл. 406/39 (В60 Р1/4, В 60 Р1/60) № 4247228, Заявл. 2.04.79, № 2670, опублик. 27.01.81 (РЖПТ, 1981, 8А52П)
43. "Motoryzacja", 1980, 35, № 11 (РЖПТ, 1981, 6А91)
44. "Austral Mining", 1980, 72, № 6 (РЖПТ, 1981, 6А85)

45. "Mining J.", 1980, 295, № 7577 (РЖПТ, 1981, 6A90)
46. "MB Transp.", 1982, 21, № 120 (РЖПТ, 1982, 9A43)
47. Заявка ФРГ, кл. В60P1/02 В 60 У 11/26 № 2926624, Заявл. 2.07.79, опубл. 15.01.81 (РЖПТ, 1981, 11A47П)
48. "Schweiz Maschinenmarkt", 1982, 82, № 12, (РЖПТ, 1982, 7A65)
49. "World Mining", 1982, 34, № 3 (РЖПТ, 1981, 7A110)
50. "World Mining", 1982, 35, № 4 (РЖПТ, 1982, 9A79)
51. "Traffic Magan", 1981, 20, № 3 (РЖПТ, 1981, 10A74)
52. "Mater Handl News", (G. Brit.), 1981, № 282, 22 (РЖПТ, 1981, 10A67)
53. "Mod Bulk Transp.", 1980, 43 (РЖПТ, 1981, 6A86)
54. "Mater Handl News", (G. Brit.), 1981, 285 (РЖПТ, 1981, 12A106)
55. "Bulk Storage Mov Contr.", 1981, 7, № 4 (РЖПТ, 1981, 8A55)
56. "Nutzfahrzeug", 1981, № 8 (ЭИПТ, 1982, вып. 9, реф. 80-81)
57. "Fordern und Haben", 1980, 30, № 11 (РЖПТ, 1981, 9A51)
58. "Mater. Handl News" (RSA), 1981, Apr 59 (РЖПТ, 1981, 11A54)
59. "Candin Stahlmarkt", 1981, 31, № 9, (РЖПТ, 1982, 1A108)
60. "Transport und Lager", 1981, 30, № 10 (РЖПТ, 1982, 2A61)
61. "Neue Hütte", 1981, 26 (РЖПТ, 1981, 6A165)
62. "Techn Rept", 1981, 8, № 5 (РЖПТ, 1981, 10A75)
63. "Dtsch Hebe und Fordertechn", 1982, 28, № 4 (РЖПТ, 1982, 9A22)
64. "Mod. Mater Handl", 1981, 36, № 3 (РЖПТ, 1981, 11A46)
65. "Ind. Anz", 1981, 103, № 19 (РЖПТ, 1981, 7A34)

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ
ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

Ф. А. Пладис, канд. техн. наук

1. Общие положения

В решении важнейшей социальной и экономической проблемы — освобождения человека от тяжелого и непроизводительного ручного труда на погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работах в особенности с тарно-упаковочными и штучными грузами первостепенное значение имеет контейнеризация и пакетирование отгружаемой продукции. Если при выполнении ПРТС работ с сыпучими, навалочными, а тем более наливными грузами уровень механизации достигает 90–95%, а нередко и все 100%, то при грузопереработке трудоемких тарноупаковочных и штучных грузов уровень механизации часто не превышает 50%, на их выполнении занято более половины рабочих — грузчиков в стране. Решение проблемы механизации, а тем более автоматизации ПРТС работ с этими грузами возможно на основе их контейнеризации пакетирования.

В 1982 году объем продукции, отправляемой в пакетированном виде, составил свыше 300 млн. т., против 170 млн. т. в 1975 году; в 1985 году он планируется в 345–385 млн. т., однако это лишь 30% того объема продукции, которую целесообразно пакетировать. По расчетам Института комплексных транспортных проблем этот объем возрастет к началу XII пятилетки до 1 млрд. т.

Экономическая эффективность от пакетных перевозок зависит от вида продукции. Основными элементами экономии являются:

снижение трудоемкости и стоимости выполнения ПРТС работ за счет их комплексной механизации и автоматизации путем применения высокопроизводительных машин и оборудования;

значительное уменьшение (или полная ликвидация) потерь и снижения качества транспортируемой продукции;

– более полное, рациональное использование грузоподъемности и вместимости транспортных средств;

при пакетировании мелкоштучной, сыпучей продукции с применением, например, ящичных поддонов, известная экономия достигается за счет сокращения затрат на транспортную тару [2,6].

Рассмотрим эффективность пакетной доставки на следующих примерах.

При пакетной доставке круглых лесоматериалов на расстояние, например, 1500 км по сравнению с перевозкой леса россыпью на то же расстояние в железнодорожных вагонах возникают следующие затраты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Затраты на перевозку круглых лесоматериалов
железнодорожным транспортом в коп/т

Элементы затрат	Круглые лесоматериалы			
	длинномерные		короткомерные	
	россыпью	пакетами	россыпью	пакетами
Оборудование вагонов	70	–	100	10
Стоимость перевозки	490	420	560	490
Погрузочно-разгрузочные и складские работы				
у грузоотправителя	50	10	60	15
у грузополучателя	50	10	60	15
Формирование и обвязка пакетов	–	25	–	35
Эксплуатация стропов	–	40	–	70
Итого	660	505	780	635

Таким образом, экономия эксплуатационных затрат при пакетной доставке круглых лесоматериалов железнодорожным транспортом составляет в среднем 1,5–1,6 млн. руб. на каждый миллион тонн пакетированных лесоматериалов.

Наряду с экономией эксплуатационных расходов при пакетировании обеспечивается значительное снижение капитальных затрат на приобретение вагонов за счет повышения использования их грузоподъемности.

Так, для перевозки 1 млн. т круглого леса в год рассыпью необходимо иметь в эксплуатации около 1000 четырехосных полувагонов, а при пакетной доставке только 800 – 850, что равносильно сокращению капиталовложений на приобретение вагонов не менее, чем на 1 млн. руб.

Затраты на перевозку круглых лесоматериалов на речных судах пакетами, например, из районов Севера в Донбасс снижаются в среднем на 1,5 руб./т.

На морском транспорте, благодаря ускорению погрузочно-разгрузочных работ, затраты по перевозке круглых лесоматериалов пакетами снижаются по сравнению с доставкой рассыпью на 2–2,5 руб./т. Кроме того, обеспечивается экономия в 1,5–1,8 руб./т на погрузочно-разгрузочных и складских работах в морских портах, при поступлении и отправлении лесоматериалов в пакетированном виде общая экономия на морском транспорте составляет в среднем 3–4 руб./т, а расходы на эксплуатацию стропов не более 30–40 коп./т.

Немаловажное значение имеет экономия трудовых и материальных ресурсов. Общее снижение трудозатрат при пакетной доставке 1 млн. т лесоматериалов только железнодорожным транспортом составляет 200–250 тыс. чел.ч, что равносильно высвобождению от тяжелых ручных работ 100–125 рабочих.

При подготовке полувагонов и погрузке круглого леса рассыпью в непaketированном виде расходуется 1,2–1,9 м³ лесоматериалов. Оборудование полувагонов при пакетной перевозке не требуется, при этом на каждый отгруженный пакетом миллион т. круглого леса экономия лесоматериалов составляет 40–50 тыс. м³, а также металла (проволоки и гвоздей) не менее 200 тонн [4].

Характерен и такой пример. При непaketной перевозке керамической плитки велики ее потери, весьма трудоемки ПРТС работы, велики простои вагонов и затраты на упаковку.

Пакетирование керамической плитки, например, с применением разборных поддонов типа ТМ-87 (наиболее эффективный

способ пакетирования) устраняет указанные недостатки.

Поддоны с плиткой на заводе — поставщике грузятся электропогрузчиком в вагоны в два яруса. В один вагон загружаются 58 поддонов и в каждый поддон — 1050 кг плитки. Время загрузки одного вагона — 1 ч 40 мин; на погрузке заняты водитель электропогрузчика и рабочий.

У потребителей поддоны выгружаются из вагона электропогрузчиком также за 1 ч 40 мин. и штабелируются на складе в 3 яруса. При перевозке без поддонов бригада из рабочего и водителя погрузчика выгружает вагон за 6 ч и более.

После выгрузки плитки из поддонов на месте потребления ее поддоны складываются и пакетами по 6 шт. (0,72 т) загружаются в вагон электропогрузчиком. В крытый вагон загружаются 168 порожних поддонов (28 пакетов) общей массой 20,1 т. Время погрузки — 50 мин.

В настоящее время осуществляется внедрение пакетных перевозок керамической плитки в поддонах ТМ-87 с Воронежского завода фаянсовых изделий, Целиноградского керамического комбината и других предприятий.

Широкое внедрение пакетных перевозок керамической плитки в народном хозяйстве страны позволит:

- повысить производительность труда в 2 раза;
- высвободить 1,5 тыс. рабочих, занятых на ПРТС работах;
- сократить более, чем на 30% потребность в складских площадях за счет увеличения высоты складирования;
- уменьшить потери (от боя) плитки в 10 и более раз;
- экономить на таре свыше 55 тыс. м³ лесоматериалов в год.

Экономический эффект 15–20 руб на тонну [5] .

Учитывая высокую эффективность пакетных перевозок грузов в Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981–1985 гг. и на период до 1990 г., утвержденных XXVI съездом КПСС, предусмотрено: "Ускорить развитие контейнерной транспортной системы, расширить перевозку тарно-штучных грузов пакетно-контейнерным способом и увеличить сеть специальных пунктов, оснащенных оборудованием для обработки контейнеров и пакетов".^{*}

Во исполнение решений XXVI съезда КПСС Госпланом СССР и Госснабом СССР совместно с министерствами и ведомствами СССР и Советами Министров союзных респуб-

*) Материалы XXVI съезда КПСС, Политиздат, М., 1981 г. с. 171.

лик разработана развернутая программа по ускоренному развитию и повышению эффективности контейнерных и пакетных перевозок грузов на 1981-1985 гг.

В соответствии с ней в XI пятилетке предусматривается усилить техническую базу пакетных перевозок, в том числе увеличить в 1,5-1,7 раза производство различных поддонов и стропов для пакетирования лесоматериалов по сравнению с X пятилеткой; планируется производство кассет для пакетирования асбесто-цементных изделий и труб, специализированных поддонов для аккумуляторов, керамической плитки, строительного кирпича; организуется производство новых облегченных ящичных поддонов, в том числе из влагостойкого гофрированного картона; изготовление лавсановой, пропиленовой и металлической лент для обвязки пакетов продукции соответственно пищевой (в том числе мукомольно-крупяной), легкой промышленности, индустрии строительных материалов, черной и цветной металлургии. Ведется разработка новых материалов и технологий производства поддонов из них - древеснополимерных материалов, гофропласта. Организовано производство, правда еще в недостаточных объемах, термоусадочной полиэтиленовой пленки для упаковки в нее пакетированных грузов.

Для механизации и автоматизации упаковки, пакетирования и маркировки продукции предусматривается, что машиностроительные министерства будут уже в текущей пятилетке разрабатывать и изготавливать пакетоформирующие, упаковочные машины и установки в комплексе с основным технологическим оборудованием, предназначенным для выпуска продукции, подлежащей пакетированию.

В текущей пятилетке в соответствии с государственной программой по решению научно-технической проблемы 0.63.01 ведется разработка организациями Минтяжмаша, Минстройдормаша, Минлегпищемаша, Минчермета СССР и Минцветмета СССР новых пакетоформирующих, пакетообвязочных машин и автоматизированных линий, в том числе для пакетирования: цветных металлов (алюминиевые и свинцовые чушки взаимозамкнуемой формы, листы и полосы, ленты и прутки, катодная медь); черных металлов (мелкий и средний сорт, бунты, горячекатаные рулоны, трубы диаметром до 1300 мм, крепежные изделия, шамотные и магнезиальные изделия); рулонных кровельных материалов, круглых лесоматериалов.

В целях осуществления единой технической политики при создании технических средств контейнеризации и пакетирования, координации усилий министерств и ведомств в развитии и

повышении эффективности контейнерных и пакетных перевозок грузов, контроля за выполнением решений партии и правительства в этой области при Госнабе СССР функционирует Межведомственная комиссия (МВК) по комплексным проблемам развития контейнерных и пакетных перевозок грузов и механизации складских работ в народном хозяйстве. Решения МВК являются обязательными для министерств, ведомств и их предприятий и организаций [6,7,8].

В соответствии с ГОСТ 21391-75 "Средства пакетирования грузов. Термины и определения" средства пакетирования подразделяются на:

поддоны — плоские одно- и двухчастильные, двух- и четырехзаходные;

поддоны — ящичные и стоечные. По конструкции ящичные поддоны могут быть жесткими неразборными, складными, сборно-разборными, с крышкой и без нее, со сплошными или решетчатыми стенками и т.д.;

пакетирующие кассеты (для металлопроката, труб, листов асбестоцементных волнистых и т.д.);

пакетирующие стропы (мягкие и жесткие);

пакетирующие сетки, обвязки (из металлической, лавсановой, полипропиленовой лент);

пакетирующая пленка (усадочная, растягивающаяся).

Средства пакетирования могут быть многооборотными и одноразового пользования, универсальными — для широкой номенклатуры, тарно-упаковочных, штучных грузов и специализированными — для определенных видов продукции.

2. Стандартные универсальные плоские поддоны

Поддоны плоские широко применяются в различных отраслях народного хозяйства для пакетирования тарно-штучных грузов. ГОСТ 9078-74 с изменением № 2, утвержденным Госстандартом в 1980 г., определяет типы, основные параметры и размеры различных плоских поддонов: широкого обращения — 800×1200 мм и 1000×1200 мм, преимущественно для водного транспорта 1200×1600 мм и 1200×1800 мм. Масса брутто / масса груза плюс собственная масса / поддонов 800×1200 мм установлена 1 т, а 1000×1200 мм — 1,25 т; поддонов 1200×1600 мм и 1200×1800 мм соответственно 2 и 3,2 т. Общие технические требования к конструкции поддонов к технологии изготовления

их, методы испытаний на прочность установлены ГОСТ 19812-74 с изменением № 1, утвержденным Госстандартом в 1980 г. и ГОСТ 9495-81.

Основным материалом для изготовления плоских многооборотных поддонов служат пиломатериалы хвойных пород, для обменных плоских поддонов в соответствии с требованиями МСЖД шашки, скрепляющие верхний и нижний настилы, изготавливаются из древесины твердых пород. Стандартные плоские деревянные поддоны изготавливаются предприятиями различных министерств и ведомств. Товарные поддоны производятся предприятиями Минлесбумпрома СССР и МВД СССР [2,6].

В феврале 1981 г. в Лондоне состоялось 8-ое заседание Технического Комитета (ТС -51) Международной организации по стандартизации (ISO-TC 51), на котором в качестве стандартных утверждены поддоны с размерами: 800×1200; 1000×1200; 1100×1100 мм. Рассматривается вопрос о стандартизации листовых поддонов (они распространены в США).

В Западной Европе основными типами плоских поддонов являются деревянные размером в плане 800×1200 мм и 1000×1200 мм. Например, в Великобритании 80% деревянных поддонов имеют размеры в плане 1000×1200 мм, кроме того производятся поддоны размерами 800×1000, 1000×1000, 1200×1200 мм. Поддоны выпускаются на автоматизированных поточных линиях, так фирма "Crofton" производит 12 тыс. стандартных универсальных и специализированных поддонов в неделю, "Shaw Pallets" - 10 тыс. штук в неделю. Фирма "Litco" выпускает поддоны типа *ibea* из прессованной древесной массы размером в плане 1060×1060, 1300×1090, 1220×1010 мм.

В ФРГ, Швейцарии и Австрии основным размером поддона является 800×1200 мм, они поставляют 80% парка, большинство складов рассчитаны на поддоны именно этого типоразмера.

Во Франции, Италии, Швеции есть тенденция к переходу на использование поддонов других типоразмеров, но кратных модулю 800×1200 мм. Предполагается придерживаться предпочтительного ряда чисел (100, 133, 150 мм и т.д.)

В этих странах находятся в обращении также поддоны других размеров: 1000×1200, 1200×1200, 1016×1219 мм (допущены до 1990 г.), а также японские и США размером 1100×1100 мм (предпочтительный модуль Тихоокеанского бассейна) [3].

Однако деревянные поддоны имеют небольшой срок службы (до 2-х лет), относительно большую собственную массу (25-30 кг и более), требуют восстановительного ремонта. Поэтому за рубежом, а в последнее время и в нашей стране создаются поддоны из дерево-полимерных материалов, металла и т.п. Организации ремонта деревянных поддонов и технологии изготовления уделяется большое внимание. В этом плане представляет интерес зарубежный опыт, например, фирма "Claf Transport Canada Inc." (Канада) разработала технологическую систему для ремонта деревянных поддонов. Она состоит из трех отдельных ремонтных линий, соединенных накопительным конвейером. Каждая линия обслуживается одним оператором и состоит из опрокидывающегося передаточного стола на шарнирах, размером 1220×1220 мм, снабженного роликовым конвейером и предназначенного для приемки от 10 до 15 поддонов.

Стол расположен в 1,2 м от роликовой рамы длиной 3 м, имеющей на одном конце выступ с конвейером размером 1220×2440 мм, поднимающийся и опускающийся от гидропривода. Оператор опускает конвейер с выступом, и зазор между столом и рамой исчезает. При опускании часть конвейера с выступом надавливает на две шпильки 150 мм каждая, что позволяет поддонам скатываться на выступ.

Затем часть конвейера с выступом возвращается в вертикальное положение и поддоны автоматически ставятся с наклоном в 2° к вертикали, что обеспечивает стабильность их положения. Оператор вручную опускает поддон на роликовую раму и подтягивает его на рабочий стол размерами 1220×2440 мм, оснащенный захватными приспособлениями с ножным педальным управлением. Захватное устройство используется для переворачивания поддонов. На рабочем столе имеются зажимы, которые удерживающие поддон в стабильном состоянии, когда с него снимаются доски. Необходимые инструменты и пиломатериалы находятся в удобном для оператора месте, что позволяет произвести ремонт с минимальными физическими затратами и без простоя.

Отремонтированный поддон попадает на передаточный конвейер, оборудованный трехходовым пневматическим клапаном ручного управления. По передаточному конвейеру поддон попадает на накопительный конвейер, который обслуживает три ремонтные линии. Длина накопительного конвейера — 12 м, скорость — 20 м/мин. Автоматическая блокировка трех передаточных конвейеров исключает возможность столкновения поддонов на накопительном конвейере.

Все три технологические линии располагаются углом на площади 10×23 м и позволяют отремонтировать в среднем 400 поддонов за смену [9].

В соответствии с требованиями МСЖД при изготовлении деревянных плоских поддонов должны применяться специальные навинтованные гвозди, что обеспечивает значительно большую прочность, чем при скреплении обычными гвоздями. Производство навинтованных гвоздей освоено Минчерметом СССР с 1983 г.

За рубежом наряду с навинтованными гвоздями, шурупами для изготовления поддонов применяют другие виды крепежа. Фирмой "ABN Brunner" (Оребро, Швеция) разработан новый тип расклепочного гвоздя со специальным острием, расширяющимся внутри древесины и образующим сцепление типа заклепки. Этот гвоздь предназначен для сборки поддонов, но может использоваться и для изготовления транспортной тары.

В острие гвоздя имеется ушко, подобное игольному. При соединении двух деталей гвоздь проходит через обе детали поддона, пока не наткнется на ромбовидную шайбу. Встретив сопротивление металла, острие гвоздя раздвигается и образует очень прочное крепление. Испытания на растяжение показали, что расклепочный гвоздь имеет гораздо большую удерживающую силу, чем обычные гвозди, даже если последние используют в большем количестве и забивают с двух сторон.

Поддон, собранный такими гвоздями, имеет повышенную прочность. Расклепочные гвозди забивают полуавтоматическим механизмом, который обслуживают только два оператора вместо обычных трех. Этот механизм занимает меньшую площадь, и производимый им шум намного меньше шума обычной гвоздезабивной линии.

Гидравлическая гвоздезабивная машина состоит из питателя, сверильного и гвоздезабивного механизмов с гидравлическим молотом и прессовой колодкой для сжатия деталей поддона.

Гвозди загружают в питатель, смонтированный над гвоздезабивным механизмом. Оператор подает детали поддона в машину, где они просверливаются, а затем в них забивают расклепочные гвозди. Производительность машины — 200 расклепочных гвоздей в минуту [10].

Как уже отмечалось выше в целях снижения собственной массы поддона взамен древесины используют другие материалы.

На Ленинградском промышленно-экспериментальном фанерном заводе разработана новая конструкция профильного поддона из многослойной фанеры. Такой поддон представляет единый профильный щит, состоящий из плоской средней части, двух симметрично расположенных гофр и двух боковых горизонтальных элементов. Наличие гофр позволяет легко ввести под поддон вилы погрузчика или другие подъемные устройства. Грузоподъемность поддона — 1000 кг, собственная масса всего 13 кг, габаритные размеры 1300×1000×115 мм, толщина фанерного щита 17 мм.

Более 50 тыс. профильных поддонов применяются на 70 различных предприятиях Москвы, Ленинграда, и других городов страны. Профильные поддоны по сравнению с плоскими деревянными имеют следующие преимущества: обеспечивается значительная экономия древесины за счет использования низкосортного и неделового кускового шпона; снижается собственная масса поддона и повышается его прочность; втрое сокращается объем, занимаемый поддонами при перевозке в порожнем состоянии.

Организация серийного выпуска профильных поддонов возможна на существующих предприятиях по производству фанеры без значительных капитальных вложений.

Всесоюзным научно-исследовательским и экспериментально-конструкторским институтом тары и упаковки (ВНИЭКИТУ) разработана конструкция облегченного поддона одноразового использования, предназначенного для перевозки и хранения грузов в ящичной и мешочной таре.

Для изготовления поддонов применяются гофрированный картон, бумажные втулки, полученные из гильз, остающихся после размотки рулонов бумаги в типографиях и на предприятиях, перерабатывающих бумагу и картон в рулонах, проволока плоского сечения.

Облегченный поддон состоит из двух плоских заготовок, на которые нанесены линии рифлевки. По этим линиям заготовки складываются, образуя опоры прямоугольного сечения. Две крайние опоры являются продолжением основания поддона и скрепляются с ним проволочными скобами. Две средние опоры образованы шпиком основанием и скрепляются с верхним основанием также проволочными скобами. Расстояние между вилами погрузчика должно быть не менее 460 мм.

Поддоны размерами 800×1200×100 мм используются для транспортирования грузов в железнодорожных вагонах. Поддоны размерами 950×1150×75 мм применяются для пе-

ревозки грузов в универсальных крупнотоннажных контейнерах. Возможно штабелирование пакетов на поддонах до трех ярусов. Грузоподъемность поддона — 1000 кг, расход гофрированного картона на поддон — $2,64 \text{ м}^2$; масса поддона — 4 кг, а количество бумажных втулок на один поддон — 12 шт. [11].

Французская фирма "Wiegler" выпустила двухзаходные и четырехзаходные поддоны из алюминия двух типоразмеров — $800 \times 1200 \text{ мм}$ и $1000 \times 1200 \text{ мм}$. Несмотря на небольшую собственную массу поддоны выдерживают высокую нагрузку: статическую — 4,8 т, динамическую — 1,2 т.

Алюминиевый поддон изготовлен из двух различных профилей. Опора и настил закрепляются путем блокировки без использования какого-либо инструмента. В случае неисправности любой элемент поддона легко заменяется.

В настоящее время за рубежом 90% парка поддонов составляют деревянные, которые хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации. Алюминиевые поддоны, несмотря на более высокую стоимость, по сравнению с деревянными поддонами имеют ряд преимуществ: они не деформируются при длительной эксплуатации, имеют стабильные габаритные размеры и постоянную массу, не подвержены коррозии, не воспламеняются при пожарах, могут храниться на открытых складских площадках и имеют длительный срок службы [12].

На Международной выставке "Транспорт-78" западно-германская фирма "Hoesch Handel" представила сборные поддоны из стальных стандартных профилей с габаритными размерами: $1000 \times 1200 \text{ мм}$, $800 \times 1000 \text{ мм}$, $800 \times 1200 \text{ мм}$ и $1200 \times 1200 \text{ мм}$. Профили изготовлены из оцинкованной листовой стали толщиной 1 мм. Применение специальных соединительных элементов из пружинной стали позволяет отказаться от сварки при сборке поддонов.

Поддоны нового типа имеют следующие преимущества по сравнению с обычными деревянными:

листовая сталь с цинковым покрытием обладает высокой прочностью и устойчивостью против ударов и других повреждений во время перегрузки и транспортировки, что намного удлиняет срок службы;

стальные поддоны намного легче. Поддоны с габаритными размерами $1000 \times 1200 \text{ мм}$ имеют массу 26 кг, а с размерами $800 \times 1200 \text{ мм}$ — 19 кг;

заданные габаритные размеры при складировании стабильны (климатические условия не вызывают изменений размерных характеристик);

стабильна масса поддона из-за отсутствия воздействия влаги;

в случае повреждения стандартный профиль быстро заменяется новым;

гигиеничность. Поддоны легко чистятся и стерилизуются. Вышедшие из строя сборные элементы используются при переработке;

при необходимости можно легко менять габаритные размеры поддонов, изменяя количество сборных профилей [13].

Весьма перспективны поддоны, изготавливаемые фирмой "Verzolit" (ФРГ) методом горячего прессования в формах из смеси полимерных смол с древесным наполнителем. Эти поддоны весят не более 14–16 кг, прочнее деревянных, легко ремонтируются, вкладываются один в другой в порожнем состоянии, легко моются и очищаются [6].

3. Специализированные поддоны

3.1. Поддоны для плодов и овощей

В выполнении решений майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС немаловажное значение имеет сохранная доставка и складирование плодов и овощей.

С целью совершенствования пакетной системы транспортирования и хранения плодоовощной продукции ВНИЭКИТУ разработан поддон ящичный для транспортирования, хранения и реализации бахчевых культур, картофеля и другой плодоовощной продукции палатом, легкокомнувшихся плодов и овощей в ящиках-лотках № 5-1, № 5-2 и другой облегченной упаковке.

Поддон складной, деревометаллический, с крышкой. Он состоит из основания, торцевых стенок, боковых стенок, двух откидывающихся крышек с запорами, устройством для пломбирования и фиксации груза, захватных колец для застройки при перегрузке краном, тельфером и лазов для ввода вил погрузчика. Габаритные размеры 1270×900×1300 мм; внутренние размеры 1212×828×1106 мм; высота поддона в сложенном состоянии 460 мм; масса поддона 165 кг; масса загружаемого продукта (не более) 800 кг.

Отличительной особенностью поддона являются его габаритные и внутренние размеры и конструкция основания с устройством крепления порожних поддонов в пакете.

Внутренние размеры поддона определены по ящикам-лоткам

№ 5-1 с учетом гарантированного зазора между ящиками-лотками и стенками поддона в пределах 35-40 мм. Полученные таким образом габаритные размеры поддона вписываются в транспортные средства, не ограничивают маневров электропогрузчиков в крытых железнодорожных вагонах, не изменяют системы производства ящиков-лотков и сложившихся технологических схем поставки плодов и овощей.

Основание поддона представляет собой прямоугольную корытообразную форму типа ящика-лотка. Такая конструкция способствует повышению жесткости и прочности как основания, так и всего поддона. Опоры основания соединены между собой стяжками по всему периметру, что дает возможность использовать ролик для перемещения поддонов и значительно снизить давление на пол транспортных средств и хранилищ [14].

Проектно-технологическим бюро Управления торгами Вильнюсского горисполкома разработан поддон, предназначенный для хранения, перевозки и продажи овощей и фруктов. На поддоне устанавливается пакет из 32 ящиков со свежими овощами или фруктами.

Поддон стоечный, складной, штабелируемый, на колесиках. Он состоит из тележки, двух бортов, шарнирно прикрепленных к тележке, и телескопических выдвижных стоек. Грузоподъемность 500 кг, габаритные размеры 1210×880×1650 мм, собственная масса 43 кг, высота в сложенном положении 300 мм.

Тележка цельносваренная из уголков 36×36×4 мм и полосы 4×32 мм установлена на двух колесах диаметром 180 мм и двух опорах.

Борта, шарнирно прикрепленные к тележке, выполнены из труб 32×3 мм, в которые вставляются телескопические стойки (трубы 25×3 мм). Борта снабжены фиксатором для удержания стоек в верхнем положении.

Конструкция поддона позволяет штабелировать их в грузе-ном и порожнем состоянии, для чего борта переводятся в вертикальное положение стойки выдвигаются, поворачиваются на 90° и фиксируются.

Перемещение поддона осуществляется при помощи электропогрузчика или тележки с низким подъемом вил. Возможно перемещение поддона вручную, для чего он снабжен колесом [15].

Поддон, предназначенный для хранения лука и других овощей на плодоовощных базах, представляет собой ящичный ме-

таллический каркас из V-образного профиля со стойками из углового профиля. Стойки в основании имеют чашечные опоры, которые позволяют легко устанавливать поддоны друг на друга, стенки и дно поддона заполняются деревянной рейкой с зазором 25 мм. Установка и закрепление реек в V-образном профиле осуществляются при помощи гребенок, имеющих шаг выступов, соответствующий ширине реек и необходимому зазору между ними.

Конструкция поддона предусматривает возможность транспортировки его электропогрузчиком. Грузоподъемность 200 кг, габаритные размеры 1240×835×440 мм, собственная масса 37 кг.

Поддон разработан и изготовлен Экспериментальным ремонтно-механическим заводом Главмосплодоовощпрома Мосгоспланкома [16].

Новая технология доставки плодоовощных консервов пакетами с Черкасского консервного комбината Министерства пищевой промышленности УССР на Киевскую областную базу Укрупбакален, разработанная Украинским научно-исследовательским институтом торговли и общественного питания (УКРНИИТОП) Министерства торговли СССР, рекомендована для внедрения на других торговых предприятиях страны.

Пакет формируется на плоском деревянном поддоне размером 800×1200 мм или 1000×1200 мм при помощи картонных обечайек и прокладочных листов, деревянной крышки и металлических лент.

Формирование пакета на консервном комбинате осуществляется следующим образом:

на плоский поддон кладется лист гофрированного картона и на него обечайки, устанавливаются восемь банок консервов емкостью 0,5 кг, или шесть банок емкостью 1,0 кг. Обечайки изготавливаются из полосок гофрированного картона в виде колец, сшитых на машине скрепками. Размер обечайек зависит от вместимости банок. Заполненные обечайки размещаются на листе гофрированного картона вплотную друг к другу, образуя первый ряд, отделенный от второго листом гофрированного картона. Аналогично первому ряду укладывается второй, третий и т.п. до набора грузовой единицы массой брутто в среднем 500 кг (от 400 до 560 кг).

Последний верхний ряд накрывается листом гофрированного картона, а затем деревянной рамой (крышкой) и весь пакет обвязывается металлическими лентами.

Готовые пакеты грузятся электропогрузчиком в крытый

железнодорожный вагон и доставляются потребителю — Киевской областной базе Укробтбакален, где пакеты выгружаются из вагонов и штабелируются в складе до четырех ярусов.

При отправке в розничную сеть пакеты грузятся электропозвучиком в кузов автомобиля. Магазины самообслуживания получают пакеты с овощами консервами без расформирования, так как количество банок консервов каждого наименования на поддоне кратно партии, равной заказу по ассортименту.

Выгрузка пакетов на предприятиях розничной торговли и их доставка в торговый зал осуществляется грузовыми гидравлическими тележками с электро- или ручным приводом.

Реализация продукции осуществляется по методу самообслуживания непосредственно с поддонов. Порожние поддоны с деревянными крышками, прокладочными картонными листами и обечайками, возвращаются магазином на оптовую базу, где средства пакетирования накапливаются до повагонной отправки и возвращаются заводу-поставщику.

3.2. Специализированные плоские ящичные и стоечные поддоны для промышленной продукции

На предприятиях различных отраслей страны имеются разнообразные типы ящичных и стоечных поддонов. Поэтому в настоящее время важна стандартизация и унификация основных параметров и размеров этих поддонов. Такая работа по промышленным грузам возложена на ВНИЭКИТУ Госснаба СССР, а по строительным грузам осуществляется Госстроем СССР.

Представляет интерес альбом "Средства пакетирования и грузозахватные приспособления для доставки строительного кирпича автомобильным и железнодорожно-автомобильным транспортом" (М., Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации и технической помощи строительству Госстроя СССР (ЦНИИОМТП), 1982 г. Он знакомит с конструкциями, техническими характеристиками средств пакетирования и грузозахватных приспособлений, входящих в состав комплектов для транспортирования силикатного, глиняного кирпича и стеновых керамических камней. Альбом состоит из трех разделов.

В первом разделе "Комплект для доставки силикатного кирпича" представлены следующие конструкции средств паке-

тирования силикатного кирпича: устройство по ГОСТ 23421-79: ЦНИИОМТП-ВНИИЖТ МПС; треста "Приднепровортехстрой"; производственного объединения "Калининстройматериалы"; треста "Днепростроймеханизация".

Устройство по ГОСТ 23421-79 состоит из грузонесущего металлического основания, обвязки и натяжного механизма с замком, трособлочной системы.

Конструкция ЦНИИОМТП-ВНИИЖТ МПС состоит из деревометаллического поддона, гибкой обвязки с рамкой, замкового устройства со строповочными петлями и фиксаторами. Возможно объединение двух пакетов в один. Габаритные размеры транспортного пакета кирпича - 1740 × 530 × 1280 мм.

Конструкция треста "Приднепровортехстрой" состоит из металлического поддона, двух боковых и одной верхней стяжки: два пакета могут объединяться в один с помощью специального узла, расположенного на поддонах. Габаритные размеры транспортного пакета кирпича - 1920 × 530 × 1300 мм.

Конструкция производственного объединения "Калининстройматериалы" состоит из деревянного поддона, тросовой стяжки и расположенного в верхней части пакета замкового устройства. Возможно складирование пакетов только в один ярус. Габаритные размеры транспортного пакета кирпича - 1820 × 615 × 1366 мм.

Конструкция треста "Днепростроймеханизация" состоит из металлического поддона с блоками по торцам для соединения с гибкой стяжкой и гибкой стяжки. Габаритные размеры транспортного пакета кирпича - 1820 × 615 × 1366 мм.

В первом разделе альбома представлены также грузозахватные приспособления, применяемые для механизации погрузочно-разгрузочных работ при доставке силикатного кирпича: захват двусторонний грузоподъемностью 3500 кг, захват четырехсторонний грузоподъемностью также 3500 кг, захват Б-8 грузоподъемностью 1750 кг.

Во втором разделе "Комплект для доставки глиняного кирпича и стеновых керамических камней пакетами на поддонах" в качестве средств пакетирования приведены поддоны трех типоразмеров: на опорах ПОД-0,75 и ПОД-0,9; с крючьями ПКДМ-0,75.

Поддоны ПОД-0,75 и ПОД-0,9 представляют собой плоский деревянный настил на опорных брусках. Габаритные размеры их соответственно 1030 × 520 мм и 1030 × 770 мм, грузоподъемность - 200 и 250 шт. условного кирпича.

Поддон ПКДМ-0,75 состоит из деревянного настила, закрепленного на металлическом каркасе, имеет металлические крючья для строповки при подъеме. Габаритные размеры поддона - 1030×520 мм, грузоподъемность - 200 шт. условного кирпича.

Для механизированной погрузки и выгрузки пакетов глиняного кирпича и стеновых камней во втором разделе предлагаются следующие грузозахватные приспособления: подхват грейферного типа грузоподъемностью 3000 кг; подхват вилочный грузоподъемностью 750 кг; траверса грузоподъемностью 3000 кг; подхваты-футляры грейферного типа ПФ-1,5 и ПФ-2; подхват-футляр разъемный грузоподъемностью 1500 кг.

В третьем разделе "Комплект для доставки глиняного кирпича и стеновых керамических камней пакетами без поддонов" в качестве средства пакетирования предлагается пневмокрепление. Оно состоит из прижимной рамки, трособлочной системы и пневматического механизма натяжения троса. Данное устройство предназначено для формирования транспортных пакетов непосредственно в кузове автомобиля ЗИЛ-130, в прицепе ГКБ-817, полуприцепах КАЗ-717, ОдАЗ-885. Соответственно количество размещаемых пакетов в перечисленных видах транспорта - 3; 3; 6 и 4 шт. Для ПРТС работ предлагаются захваты Б-10 и Б-9, обеспечивающие захват нижнего слоя кирпича и имеющие одинаковую грузоподъемность - 1750 кг.

В настоящее время Госнабком СССР подготавливается альбом всех зарекомендовавших себя на практике средств пакетирования.

Типы, параметры и размеры ящичных и стоечных поддонов определяются ГОСТ 9570-73 (см. табл.2), срок действия которого после уточнения и дополнения продлен Госстандартом в 1980 г. до 1984 г. В 1982 г. утвержден стандарт СЭВ 3774-82, действие которого распространяется и на СССР.

Для международных перевозок ящичные и стоечные поддоны с размерами в плане 840×1240 мм должны иметь высоту не более 970 мм [2].

На Московском автомобильном заводе им. И.А. Лихачева (производственное объединение ЗИЛ) разработаны и внедрены многооборотные сборно-разборные поддоны (см. табл. 3), предназначенные для транспортирования автомобильных запасных частей и комплектующих деталей. Конструкция ящичных поддонов состоит из плоского стандартного поддона размером в плане 800×1200 мм деревянного или металлического, складных

Таблица 2

Параметры и размеры ящичных и стоечных поддонов

Типы поддонов	Размеры, мм						Масса брутто, т, не более
	внешние			внутренние			
	ширина	длина	высота	ширина	высота	не менее	
зя, зял, зяс, чяк, чярк, чя, чяоп	835	1240	970	755	1140	1,0	
зя, зял, зяс, чяк, чярк, чя, чяоп	840 1040	1240	1150	760 950	1140	1,0; 1,25	
2с, 4с, 4со, 4сс, 4ссо	840 1040	1240	1150	800 1000	1200	1,0; 1,25	
зя, зял, зяс, чя, чяк, чяоп, чяр, чярк	1240	1640 1840	1300	1200	1600 1800	2,0 3,2	
2с, 4с, 4со, 4сс, 4ссо	1240	1640 1840	1300	1200	1600 1800	2,0 3,2	

звеньев (коробов), состоящих из набора досок и прикрепленных к ним болтовыми соединениями угловых [типа рояльных] петель, крышки и стяжной металлической ленты.

Лента применяется из стали 08 КП (сечение 1×24 мм) по ГОСТ 503 - 81. В зависимости от необходимости звенья могут иметь разную высоту.

Таблица 3

Техническая характеристика

Обозначение поддонов	Высота, мм	Масса, кг			Тип поддона
		поддона	нетто груза	брутто	
9MT-28322	507	108	892	1000	Металлический
-01	643	119	881		
-02	119	130	870		
-03	915	140	859,5		
-04	1051	151	849		
-05	482	91,5	908		
-06	618	102	898		
-07	754	112,5	887,5		
-08	890	123	877		
-09	1029	113,5	866,5		
-010	447	84	936	1000	Деревянный
-011	583	75	925		
-012	719	86	914		
-013	855	96,5	903,5		
-014	991	107,5	892,5		
-015	422	47,5	952,5		
-016	558	58	942		
-017	694	68,5	931,5		
-018	830	79	921		
-019	968	89,5	910		

Преимуществом поддонов модели 9MT-28322 является уменьшение в 5 раз транспортных затрат при возрасте их порожними, а также возможность регулирования высоты, а следовательно, и емкости поддона [18].

На том же заводе разработан и внедрен специализированный четырехстоечный поддон, предназначенный для транспортирования деталей, имеющих центральное отверстие (маховики, диски колес, шестерни, втулки и т.д.).

Поддон состоит из основания, имеющего крестообразную форму, трубчатых вертикальных стоек, устанавливаемых в углах поддона и соединяемых с помощью фиксаторов с верхней крестообразной траверсой, жестко соединенной с петлей, за которую осуществляется транспортирование стоечного поддона крюком грузоподъемного крана. Для захвата вилами погрузчика в основании поддона имеются проемы.

Фиксатор состоит из стержня, в заостренном прорезанном пазом конце которого на оси установлена поворотная пластина, постоянно поджимаемая пружинными шайбами к стержню.

Грузоподъемность стоечного поддона 1872 г., габаритные размеры: 950 × 950 × 934 мм; собственная масса 274 кг.

Поддон эксплуатируется следующим образом.

Стойки устанавливаются в фасонные отверстия в основании поддона, при этом как только выступы пройдут через прямоугольную часть фасонного отверстия, стойку разворачивают на 90°. Далее в стойки надевают детали, которые необходимо транспортировать, а на них сверху траверсу. Затем устанавливают фиксатор и поддон готов для транспортирования [19].

На предприятии по поставкам продукции Нижне-Волжского главного территориального управления Госснаба СССР Волгоградский керамический завод отгружает в крытых вагонах метлахскую плитку в сборно-разборных ящичных металлических поддонах ТМ 87 конструкции ВНИЭКИТУ. Грузоподъемность поддона — 1 т, габаритные размеры — 1240 × 835 × 920 мм. На керамическом заводе ящичные поддоны с метлахской плиткой грузят электропогрузчиком ЭП-103 в крытые вагоны и доставляют на станцию назначения, а оттуда автотранспортом получателю. Разгрузка автомобилей осуществляется электропогрузчиком. Порожние ящичные поддоны возвращаются владельцу в сложенном виде. Пакетная доставка метлахской плитки позволила механизировать погрузочно-разгрузочные, транспортные и складские работы, уменьшить простой железнодорожных вагонов, сократить потери плитки. Ящичные поддоны типа ТМ 87 внедрены в объединении "Волговятстройкомплект" Волго-Вятского главного территориального управления Госснаба СССР для перевозки метлахской и облицовочной плитки.

В объединении "Татмашхимснабсбыт" Татарского главного территориального управления Госснаба СССР ящичные поддоны ТМ 87 используются также и для перевозки инструментов, электрооборудования, низковольтной аппаратуры и технологического оборудования. Для этих же целей они применяют-

ся на ряде предприятий города Москвы, Ленинграда, Горького [6].

ВНИЭКИТУ разработан ящичный поддон ТМ-90 трех типоразмеров, предназначенный для транспортирования и хранения метизной продукции (см. табл. 4). Эти поддоны используются на Орловском сталепрокатном заводе им. 50-летия Октября.

Поддон состоит из металлического сварного корпуса и крышки. В нижней части корпуса расположены четыре опоры. Проемы между опорами предназначены для ввода вил погрузчика. Поддон разделен на три секции для загрузки продукции различной номенклатуры.

Таблица 4

Техническая характеристика

Грузоподъемность, кг	1000	500	800
Габаритные размеры, мм	1240×835×645	1240×835×395	1240×835×550
Внутренние размеры, мм	1155×785×485	1155×785×235	1155×785×390
Масса, кг	110	85	105
Высота штабелирования, ярусов	4	6	5

С целью расширения внедрения пакетных перевозок на заводе введен в эксплуатацию цех по изготовлению поддонов (4-5 тыс. шт в год) и их ремонту (10-12 тыс. шт. в год), организовано бюро по учету возврата многособоротной металлической тары.

Внедрение пакетных перевозок грузов на поддонах ТМ-90 на Орловском сталепрокатном заводе им. 50-летия Октября позволило повысить производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах, сократить простои железнодорожных вагонов и автотранспорта, уменьшить расходы на упаковку метизной продукции, сэкономить 2,5 - 3,0 тыс. м³ круглого леса [20].

В настоящее время лента из цветных металлов в рулонах перевозится в деревянных ящиках. На упаковку ленты в рогожу, взвешивание каждого рулона, маркировку, укладку в ящик с использованием промежуточной бумажной прокладки расходуется много времени и ручного труда, а также материальных ресурсов.

Особо тяжелый ручной труд приходится применять при упаковке больших бобин диаметром 60-70 см и массой 40 кг и более, так как уровень механизации на вспомогательных работах не превышает 20-25%.

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ при транспортировании и хранении лент из цветных металлов в рулонах ВНИЭКИТУ разработан специализированный групповой ящичный поддон ТМ 97.00.000. Поддон позволяет перевозить ленты в рулонах любых диаметров, выпускаемых заводами по обработке цветных металлов. Грузоподъемность поддона - 1500 кг, масса поддона 160 кг, габаритные размеры: 1200×835×920 мм, внутренний объем 0,52 м³, количество в штабеле, не более: при хранении - 5 шт., при транспортировании железнодорожным транспортом - 3 шт.

Укладка небольших рулонов лент в поддон производится штабелями в горизонтальной плоскости. При этом нижний слой лент получается расположенным на таком расстоянии от верхней кромки поддона, чтобы рабочему при укладке или вытаскивании лент было удобно их достать.

Для манипуляции с крупными рулонами с торцевых сторон предусмотрены вертикальные пазы, по периметру которых приварены ребра жесткости.

Перед укладкой рулоны лент цветных металлов, имеющие практически постоянный наружный диаметр (650 - 700 мм), устанавливаются в ряд. При этом суммарная длина всех рулонов должна быть меньше внутренней длины поддона на 50-100 мм.

Через внутренние отверстия рулонов продевается любой металлический стержень, с помощью которого пачка рулонов поднимается краном и устанавливается на поддон. Затем стержень вынимается в горизонтальном направлении, а на поддон надевается крышка, состоящая из двух половин и имеющая по два штыря, с помощью которых она фиксируется с корпусом поддона.

При хранении на складе и транспортировании поддоны штабелируются. Для ликвидации смещения их относительно друг друга на поддоне по углам имеются откидывающиеся пластинки с фиксаторами.

В порожнем состоянии поддоны вкладываются один в другой за счет пирамидальной формы. В этом положении угловые пластинки откинута в стороны, а крышки уложены каждая в свой поддон, или все вместе — верхний поддон.

В настоящее время партия поддоном ТМ 97.00.000 находится в опытно-промышленной эксплуатации.

На многих предприятиях г. Горького ящичные поддоны широко применяются для транспортирования и хранения продукции, например, электроосветительных щитков (совмещенных и одинарных). Щитки закладываются в поддон по направляющим, и он запирается. Поддон каркасного типа, сварной, легкий, изготовлен из прямоугольной трубы 25 × 28 мм и гнутого швеллерообразного профиля. Погрузочно-разгрузочные работы производятся краном, авто- и электропогрузчиком. Поддон может штабелироваться. Его габаритные размеры — 2130 × 1260 × 2050 мм. Вместимость — двадцать совмещенных щитков или сорок одинарных щитков, расположение которых обеспечивает свободный доступ к любому из них.

Ящичные поддоны используются также для складирования и транспортирования монтажных профилей, реек, полос, труб. Они представляют собой сварную конструкцию из гнутого швеллерообразного профиля. Грузоподъемность поддона — 1000 кг, габаритные размеры — 2165 × 900 × 890 мм. Поддоны можно транспортировать на любом бортовом автомобиле, перегружать краном и штабелером с вилочным захватом, устанавливать друг на друга в несколько ярусов. Доступ к материалам в поддоне очень удобен, так как сверху он открыт, а с одного из торцов имеет дверь, через которую даже при установке поддонов в штабель можно вынимать изделие из любого поддона.

Применение поддонов позволяет сократить площадь хранения материалов, поддерживать порядок в местах хранения, сократить время для комплектации материалов и повысить культуру производства.

На Свердловском машиностроительном заводе им. М.И. Калинина внедрена производственная тара — ящичные поддоны единых типов и размеров. Она предназначена для внутрицеховой и междцеховой транспортировки и хранения укрупненными партиями (пакетами) полуфабрикатов, комплектующих изделий и деталей.

Размерный ряд каждого типа выбран с учетом кратности размеров модуля тары 1200 × 800 мм и отвечает требованиям ГОСТ 14861-74.

Ящичные поддоны и тара изготавливаются из металла, имеют унифицированные основные узлы — грузозахватные и опорные элементы, ограничители от сдвига, что дает возможность формировать штабель из поддонов любых типов с одинаковыми и смежными размерами [21].

Имеются и другие конструкции специализированных поддонов, их габаритные размеры могут быть и нестандартными, исходя из размеров деталей и изделий в них транспортируемых.

Например для доставки двигателей ГАЗ-51, ЗМЗ-53, ЗМЗ-24Д, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЗИЛ-130/1 и II комплектности/в ремонт и отремонтированных применяются специализированные стоечные поддоны. Они внедрены на Горловском, Первом донецком авторемонтных заводах, в автообъединении 04690 РПО "Укравторемонт" и т.п.

Поддоны представляют собой рамную сварную конструкцию из прокатного профиля и листового материала. В конструкции поддонов предусмотрены опорные поверхности для установки двигателей в упоры, ограничивающих их перемещение в горизонтальной плоскости.

Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ имеются устройства для зачаливания стропов.

Опорные площадки на угловых стойках предназначены для штабелирования порожних поддонов.

Поддоны для двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 в порожнем состоянии специальных устройств для штабелирования не имеют, а при установке их друг на друга используются деревянные прокладки.

В конструкции поддона для транспортирования двигателей ЗМЗ-24Д предусмотрены четыре зажима для фиксации поддонов при транспортировании в два яруса и крепежные кольца для соединения между собой.

Для транспортирования двигателей используются транспортные средства — автомобили ГАЗ — 51А, ГАЗ — 53А, ЗИЛ — 130, МАЗ, КамАЗ, полуприцепы ОдаЗ, прицепы ГКБ.

Масса поддонов в зависимости от типа транспортируемого двигателя, от 20 до 140 кг, масса брутто пакета от 290 до 1700 кг [22].

4. Пакетирующие кассеты, ленты, сетки, пленки

Наряду с поддонами, для пакетирования различных видов продукции применяются кассеты, многооборотные стропы и

обвязка металлической или полимерными лентами, термоусадочной и растягивающейся пленками.

Широко известны кассеты для пакетирования шифера, конструкции которых разработаны рядом предприятий асбестоцементной промышленности, например, заводом Пуулане - Кунда, институтами - Промтрансинпроектом, ПКТИСХ Оргснэб, Новосибирским институтом инженеров железнодорожного транспорта и т.д. Обобщая передовой опыт их применения Госснэб СССР утвердил отраслевой стандарт на типовые технологические процессы складской переработки и пакетной доставки шифера на всем пути следования от поставщика до потребителя с применением усовершенствованных кассет Оргснэба, отработанных по результатам опытно-промышленного внедрения на Кричевском и других асбестоцементных заводах, МПС утвердил технические условия погрузки, размещения и крепления этой продукции при перевозке ее в пакетированном виде в полувагонах.

При формировании пакета шифера на его стопу /образуемую из листов при сходе их с конвейера / одеваются с обеих сторон две полукассеты, которые затем стягиваются растяжками. Собственная масса двух полукассет - 120 кг, масса брутто сформированного пакета составляет 2,7 т, габаритные размеры кассеты - $1283 \times 240 \times 1073$ мм, а пакета - $1912 \times 1283 \times 1073$ мм. Таким образом формирование пакета осуществляется как одна из операций самого технологического процесса производства шифера, конечная операция - отверждение (длительностью трое суток) протекает уже в пакетах. Все последующие ПРТС работы выполняются с пакетами.

Кассеты разработаны ПКТИСХ "Оргснэб", испытаны и доработаны для промышленного внедрения совместно с НПО "Асбестоцемент" и "Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта [5].

Там же описаны кассеты для пакетирования керамических и асбестоцементных труб, различные стяжки для пакетирования отопительных радиаторов.

Их два вида - с изменяемой длиной и более простые с постоянной для радиаторов типа М-140 АО, которых выпускается в нашей стране более 70% от общего объема производства.

Для пакетирования линолеума в рулонах и других штучных грузов Балтийским центральным проектно-конструкторским бюро (Ленинград) разработана строп-лента.

Она состоит из двух несущих частей капроновой ленты и одного кольцевого стропа с пружинами. Пружки изготовлены из

двух прямоугольных рамок, соединенных двумя трубками, свободно перемещающимися по пружкам и служащими для зажима-фиксации ленты в нужном положении и с определенным усилием натяжения.

Верхний стяжной пояс-строп изготовлен двухветвевым и имеет две петли для строповки. Он обеспечивает наиболее устойчивое положение пакета при погрузке и разгрузке. Регулировка строп — ленты осуществляется напряжением или ослаблением ленты в пружках и передвижением пружек по кольцевому поясу.

Размеры несущей капроновой ленты (длина $\times$ ширина $\times$ толщина) — 3500 $\times$ 43 $\times$ 5 (6) мм, длина ленты кольцевого стропа — 2500 мм, масса стропа — 1,5 кг.

В комплект входят две ленты (несущие) и кольцевой строп.

Широко известны и успешно применяются для пакетирования лесоматериалов многооборотные стропы — ПС (01, 02, 03, 04, 05). Наиболее важное значение имеют стропы типа ПС-04 и ПС-05 для пакетирования круглых лесоматериалов, поскольку пакетирование пиломатериалов в большом объеме осуществляется с помощью обвязок металлической лентой.

В девятой и десятой пятилетках было изготовлено более 4,5 млн. шт. стропов всех типов. В одиннадцатой пятилетке планируется выпустить до 7,5 млн. шт. стропов, преимущественно ПС — 04 и ПС-05, по ГОСТ 14110 — 80 (с новыми замками конструкции Союзмортранспроекта) Стропы ПС — 04 применяются для короткомерного (до 3 м) круглого леса, грузоподъемность стропа — 3,0 т, масса пакета при двух стропах — 6 т. Стропы ПС — 05 используются для пакетирования длинномерных круглых лесоматериалов, грузоподъемность стропа 7,5 т., масса пакета при двух стропах — 15 т.

Стропы ПС-04 и ПС-05 представляют собой металлическую несущую обвязку, состоящую из жестких (полосовой, теперь круглая сталь по ГОСТ 2590-71) и гибких элементов, шарнирно соединенных между собой, в том числе гибких цепных вставок и звеньев из сварных некалиброванных цепей шагом 8 — 23 СК — СН ГОСТ 7070 — 75. Наличие гибких цепных вставок и соединительных звеньев позволяет регулировать ширину и высоту пакетов в установленных пределах [4].

Пакетирование пиломатериалов, как отмечалось выше, осуществляется преимущественно с помощью металлической ленты. В целях контроля за ее натяжением Центральным научно-исследовательским институтом механической обработки древе-

силы (ЦНИИМОДом) разработан измеритель усилий натяжения ленты, создаваемых в обвязках пакетов пиломатериалов, ручным обвязочным инструментом или машинами, он изготовлен на ЭПЗ "Красный Октябрь".

Измеритель состоит из корпуса, в который вмонтирован регистрирующий прибор и где закреплены оси роликков. Во втулках перемещается Г-образный подхват. Усилие, прикладываемое к рычагу, передается через пружину и гайки на подхват. Перемещение рычага ограничено ручкой. Положение подхвата фиксируется регистрирующим прибором. Прибор крепится планкой, а фиксация стрелки прибора осуществляется пластиной. Растормаживание измерительной системы прибора производится нажатием на кнопку. Предел измерения 100 - 150 кг, усилие на рукоятке - 5 кг, габаритные размеры - 280 × 44 × 155 мм, масса - 1,5 кг.

Измеритель позволяет контролировать работу обвязочного инструмента, вовремя производить его обслуживание и не допускать к отгрузке пакеты с ослабленными обвязками [23].

Известно, что грузопереработка абразивных материалов, весьма трудоемка. Имеется ряд разработок средств пакетирования этой продукции. Заслуживает внимания опыт предприятия по поставкам продукции объединения "Калининградснаб" Госснаба СССР, которым разработана и внедрена кассета для хранения и перевозки абразивных кругов/ранее абразивные круги хранились в штабеле до 1 м и перегружались вручную/.

Кассета представляет металлическую сварную раму, выполненную из трех продольных и двух поперечных элементов, изготовленных из швеллера № 6. Размер кассеты соответствует размеру стандартного поддона. Кассета разделена на секции деревянными брусками. Крепление брусков осуществляется с помощью болтов. Размер секции меняется в зависимости от диаметра абразивных кругов. Грузоподъемность кассеты до 1 т, габаритные размеры 1200 × 800 мм, масса 30 - 35 кг.

Поступившие на склад абразивные круги сортируются по размерам и укладываются в кассеты. В кассету можно укладывать абразивные круги диаметром до 100 - 400 мм.

Внедрение кассет позволило более рационально использовать складские площади, механизировать складские работы, организовать хранение продукции в соответствии с требованиями нормативной документации. Единовременное хранение на складе абразивных кругов в кассетах - 92 кассеты [24].

На одном из предприятий внедрена кассета для транспортировки и хранения листового проката, в том числе алюминия и его сплавов. Кассета (многооборотная тара) состоит из четырех металлических профилей уголкового сечения, изготовленных из алюминиевого сплава, попарно сложенных полками внахлестку, причем каждая пара уголков образует боковую продольную стенку. Каждая стенка телескопически раздвигается по высоте. На свободных плоскостях верхней и нижней полок уголков уложены поперечные элементы, выполненные из дюралевых швеллеров, стягивающихся замками.

Замок имеет болт, ввернутый в коническую гайку. Гайка своими выступами входит в один из трех пазов гребенки, имеющей выступ для сжатия уголков в поперечном направлении, что необходимо для ликвидации перемещения упакованных листов относительно друг друга. Замок позволяет менять высоту упакованной пачки листов (используется запас резьбы на болте и пады на гребенке). При возврате многооборотной кассеты ее детали связываются в компактную пачку.

Габаритные размеры: ширина - 1200, 1500, 2000 мм; длина - от 2500 до 7000 мм; высота пачки - от 65 до 150 мм. Грузоподъемность - 0,6 - 5 т [25]

В Охтинском НПО "Пластполимер" разработаны высокопрочные одноосноориентированные ленты и пленки из полиэтилена низкого давления, получаемые методом ориентационной кристаллизации. Они отличаются повышенной теплостойкостью и малой усадкой. В настоящее время создана опытно-промышленная линия ЛПМ-11. Эта линия, рассчитанная на производство лент шириной 5 и 12 мм, толщиной 0,5 - 0,6 мм, используемых в серийно выпускаемых упаковочных машинах, может быть легко переоборудована (при необходимости выпуска лент других типоразмеров). Высокая производительность линии обеспечивается наличием одиннадцати потоков в случае производства ленты шириной 12 мм. Скорость отвода ленты составляет 20-30 м/мин. Высокая степень автоматизации позволяет получать продукцию высокого и стабильного качества. Производимая в промышленных условиях обвязочная лента из полиэтилена низкого давления имеет разрушающее напряжение при растяжении в направлении ориентации 120-130 МПа. Применение новых марок полимера, выпускаемых Прикумским заводом пластмасс, позволяет повысить этот показатель до 170-400 МПа.

Обвязочная полимерная лента может крепиться различными способами: с помощью металлических скрепок, сварной или с

помощью специальных пластмассовых замков, ограничивающих перемещение ленты в вертикальной плоскости и создающих усилие натяжения ленты за счет трения (последние два способа особенно эффективны). Лента с обеих сторон имеет неглубокую насечку определенной формы (обычно ромба), которая получается путем тиснения ленты вальками в нагретом состоянии сразу после вытяжки.

Отработана технология получения одноосноориентированных пленок из полиэтилена низкого давления шириной 40–50 мм и толщиной 10–50 мкм. Их разрушающее напряжение при растяжении в направлении ориентации составляет 300–500 МПа при достаточной прочности и в поперечном направлении, что исключает самопроизвольное продольное расщепление [26].

Весьма перспективным и прогрессивным направлением является пакетирование, упаковывание в полимерные термоусадочные и растягивающиеся пленки. В последние годы в нашей стране получили распространение установки зарубежных фирм. Созданы и отечественные экспериментальные установки. Планом на одиннадцатую пятилетку предусмотрено изготовление на предприятиях Минхимпрома термоусадочной пленки.

В создании оборудования для пакетирования и упаковки продукции в усадочные полимерные пленки большую работу проводит ВНИЭКИТУ Госснаб СССР. Ниже приведено описание одной из таких установок.

ПРТС работы с сахаром-песком, упакованным в мешки, мало механизированы и трудоемки. Комплексная механизация, устранение тяжелого ручного труда на этих операциях является в настоящее время одной из актуальных задач, которая может быть решена путем внедрения пакетирования. Для проведения опытно-промышленных работ по пакетированию сахара-песка в мешках с применением термоусадочной пленки на Яготинском сахарном заводе им. Ильича ВНИИСПом с участием ВНИЭКИТУ был создан экспериментальный участок.

Механизированная линия по пакетированию сахара-песка в мешках включает следующие основные единицы оборудования: устройство для выравнивания и уплотнения заполненных мешков перед укладкой их в пакеты (разработчик и изготовитель НПО "Сахар"), пакетоформирующую машину ШМН-1 (конструкторы СКБ "Асбоцемент" с изменениями ВНИИСоли), вибростол для уплотнения груза в пакете и экспериментальную установку ПАЛ 4.03 для тепловой обработки пленки на пакетах (разработчик и изготовитель ВНИЭКИТУ).

Заполненные сахаром-песком мешки из упаковочного отде-

ления завода подаются магистральным конвейером на экспериментальный участок. Съем мешков с магистрального конвейера в галерее на разворотный конвейер осуществляется реверсной сбрасывающей кареткой. С разворотного конвейера мешки наклонным конвейером подаются на выравнивающее и уплотняющее устройство. Выравненные и уплотненные виброспособом мешки поступают в пакетформирующую машину ШМН-1, где производится механизированная укладка их в пакеты на деревянные стандартные поддоны 800×1200 мм по ГОСТ 9078-74. Мешки укладываются "тройником", восемь рядов в высоту пакета. Сформированный пакет с отводящего непрямого роляганга машины снимается электропогрузчиком и устанавливается на вибростол для уплотнения груза в пакете. После уплотнения груза на пакет вручную наклеивается чехол из полиэтиленовой термоусадочной пленки и пакет подается электропогрузчиком на цепной транспортер автоматической установки ПАЛ 4.03 для тепловой обработки пленки. Скрепленные термоусадочной пленкой пакеты сахара - песка устанавливаются электропогрузчиком в штабель.

Производительность линии составляет до 25 пакетов в час. Полученные пакеты отвечают всем требованиям ТУ 63.80-33-76. "Пакеты транспортные, скрепленные термоусадочной пленкой. Общие технические условия" [6].

За рубежом в течение многих лет осуществляется упаковка и пакетирование продукции в полимерные пленки на поддонах, а в последнее время и без поддонов, накоплен большой практический опыт этой работы, и ряд фирм специализируется на выпуске соответствующего оборудования. Ниже рассмотрим ряд примеров из последних достижений в этой области.

Упаковка наполненных пакетов в растягивающуюся пленку дает значительную экономию фирме "Oil-Dri Corp. (США)". Основную продукцию завода составляют поглотители масел. Тарой для них служат бумажные многослойные мешки различной вместимости от 1,8 кг до 11 кг.

Мешки наполняют и взвешивают на машине модели Patson, машина Union Special зашивает их. Затем мешки поступают на вибрационный стол, где подвергаются утряске перед групповой упаковкой.

Мешки движутся по конвейеру парами, один сверху другого, и поступают в устройство Lantech, где происходит упаковывание пар в растягивающуюся пленку способом спиральной навивки. Упакованные в пленку с усадкой мешки парами непрерывно выходит из этого устройства. Их грузят на поддоны.

полученный транспортный пакет затем упаковывают в растягивающуюся пленку в том же устройстве Lantech. В начале цикла по навивке пленки до неполного оборота груза пленка подается с меньшим натяжением. Это позволяет подвернуть пленку в месте первого углового соединения груза. Затем натяжение пленки автоматически увеличивается до определенного уровня, и на этом уровне происходит весь цикл навивки [27].

Фирма "Mobil Chemical" (США) впервые разработала и предложила на рынки сбыта растягивающуюся пленку марки Mobilwar X из полиэтилена высокого давления с линейной структурой.

Эта пленка представляет собой трехслойный экструдированный материал, наружные слои которого выполнены из полиэтилена высокого давления, а средний слой — из полиэтилена высокого давления с линейной структурой. Растягивающаяся пленка марки Mobilwar X обладает высокой прочностью на разрыв и прокол, а также большим удлинением. В процентном отношении пленка Mobilwar X может растягиваться намного больше, чем растягивающаяся пленка из полиэтилена высокого давления с нелинейной структурой.

В настоящее время несколько фирм выпускают растягивающиеся пленки из полиэтилена высокого давления с линейной структурой. Фирма "Bemis Co" (США) разработала пленку Super-Tough-80 (St-80) полученную экструзией с последующим раздувом из полиэтилена высокого давления с линейной структурой и этиленвинилацетата.

Фирма "St. Regis" (США) выпускает растягивающуюся пленку Super-Stretch / 90, наружные слои которой выполнены из этиленвинилацетата с низким содержанием винилацетата. Фирма Ohio Poly (США) выпускает растягивающуюся пленку Phase-1 и Z-gar. Этиленвинилацетат придает пленкам высокую клейкость.

Фирма "Lantech" (США) добилась сокращения расхода пленки на упаковывание грузовой единицы на поддоне за счет применения предварительно растянутой пленки вместо растяжения ее в процессе обертывания.

Растяжение происходит между рулоном пленки и обертываемым грузом так, что можно регулировать напряжение, оказываемое на пленку. Это позволяет избежать повреждения пленки грузом при регулировании силы торможения при упаковывании, а также увеличить более чем вдвое процент удлинения

пленки, что ведет к сокращению расхода пленки на упаковывание единицы груза [28].

Фирма "Dr Leidel Ag" (Швейцария) выпускает установки для обертывания поддонов, загруженных баллонами с пропаном, усадочной пленкой. Установка под названием "усадочный экспресс" расположена на монорельсовой дорожке. Грузы, находящиеся на поддонах, упаковываются в пленку способом горячей запрессовки. Они проходят через рамную конструкцию V-образной формы с двумя колоннами с тепловыделяющими элементами. При проходе первой колонны тепловыделяющие элементы наклоняются на 45° и пленка обтягивает одну из сторон поддона. Затем колонны с тепловыделяющими элементами возвращаются в исходное положение и при проходе второй колонны происходит полное обертывание поддона с грузом. На всю операцию требуется 15 с. Отдельные части установки включаются или отключаются во время рабочего цикла с применением оптических или электронных контрольных устройств, что обеспечивает экономию энергии.

Преимущества установки следующие: могут быть использованы поддоны разных размеров с различными грузами; не требуется поднимать поддоны с грузами на поворотный стол; движение поддона заменяется движением самой установки. Применение ЭВМ обеспечивает безопасность действия установки [29].

Французская фирма "Sopalplast" выпустила специальную растягивающуюся сетку для упаковки грузов на поддонах, для которых необходим достаточный доступ воздуха.

Преимуществом растягивающейся сетки является ее повышенная эластичность, позволяющая более устойчиво закреплять грузовой пакет со всех сторон и облегчать чтение черт ее надписей на упаковке. Растягивающуюся сетку можно использовать в температурном режиме от -21° до $+57^\circ\text{C}$. Сетка не склеивается с внутренней упаковкой.

Растягивающаяся сетка выпускается в рулонах по 500 и 305 м. При упаковке грузовых пакетов в растягивающуюся сетку ее концы привязывают к углам поддона и включают устройство для обертывания пакета. Для экономии растягивающейся сетки тормозное устройство отрегулировано таким образом, что обертывание пакета производится не более 2 раз, петли сетки располагаются поперечно и витки сетки не накладываются друг на друга. После обертывания концы сетки завязываются или скрепляются специальными скобами [30].

За рубежом значительное внимание уделяется вопросу

транспортировки, штабелирования и хранения продукции в пакетах из усадочной пленки без поддонов.

Руководство фирмы "Möller" подвело итоги практики пакетирования в термоусадочную пленку без поддонов. В соответствии с разработанной фирмой технологией пакетирования на пакет навстречу друг другу натягиваются два пленочных чехла, которые поочередно подвергаются термической обработке. При этом натягиванием первого чехла в цокольной части пакета помещается дополнительный короткий чехол, повышающий защиту от случайных повреждений вилами погрузчика.

В эксплуатации находятся 40 линий для пакетирования без поддонов в усадочную пленку.

При производительности 12-15 пакетов в 1 ч. линия стоит 350-400 тыс. марок ФРГ, линия производительностью 60-80 пакетов в 1 ч. стоит ~ 1 млн. марок. Средний расход пленки на один пакет 0,8-1,0 кг.

В некоторых случаях целесообразно пакетировать как на поддонах, так и без поддонов. Для этих случаев фирма разработала комбинированную линию.

Проведенные фирмой длительные испытания показали высокую герметичность пакетов с двумя чехлами.

Для упаковки в пленку не требуется специальный обслуживающий персонал. Расход электроэнергии составляет 2,5 - 3 кВт на пакет при производительности 60 пакетов в час. Машину для упаковки в пленку окупаются за год. Недостатком является то, что штабель пакетов можно брать погрузочными приспособлениями только за длинную сторону его основания.

Например, при штабелировании мешков с цементом массой 50 кг и размерами в плане 400×600 мм и их последующим пакетированием в пленку они укладываются в штабель в виде кирпичной кладки по пять в каждом ряду (три мешка кладут вдоль и два - поперек) таким образом, чтобы верхний ряд штабеля имел в плане размеры 1200×1000 мм, а нижний - 1000×1000 мм. Подобный способ укладки мешков обеспечивает свободное место для пропуска строп или вила погрузчика [31].

5. Пакетоформирующие и обвязочные машины, линии и установки

Эффективность пакетной системы доставки продукции значительно увеличивается при механизации и автоматизации про-

цессов формирования грузовых единиц. Этому вопросу уделяется большое внимание. Многие зарубежные фирмы специализируются на разработке и производстве упаковочного, пакетоформирующего и обвязочного оборудования. Ниже приведены основные итоги работ в этой области в последние годы.

Процесс формирования пакетов состоит в основном из трех операций: подготовки грузов к пакетированию; укладки их по заданной схеме; скрепления грузов в пакет. Все операции должны обеспечить получение прочных пакетов, способных воспринимать без разрушения продольные и вертикальные инерционные нагрузки, возникающие при транспортировании пакетов и проведении погрузочно-разгрузочных работ.

Наибольший опыт машинного формирования транспортных пакетов накоплен в системе Мингаза СССР. Практика работы передовых мукомольных предприятий показывает, что при производительности машин, (например, двух) 500-600 мешков/час и установке карусельных весоупаковочных аппаратов возможно перейти с 3-х сменной на 2-х сменную работу склада. При этом численность рабочих сокращается на 300 человек на 1 млн. т продукции в год, выработка на 1 рабочего возрастает с 2000 до 5300 т/год, стоимость складских работ с учетом дополнительных затрат на машины и оборудование для формирования пакетов сокращается на 0,5 руб/т и главное - полностью ликвидируются тяжелый ручной труд.

В настоящее время на предприятиях Мингаза СССР находятся в эксплуатации 160 пакетоформирующих машин типа ЧМ-50 (теперь в эксплуатацию поступают машины ЧМ2-50), обеспечивающих формирование пакетов из сыпучих грузов в мешках. Осваивается производство стационарной машины У1 -БМП-15, разработанной ЦКТБ ВНИИзерно. Производительность машины - 300 мешков/час; установленная мощность 11 кВт; масса машины - 2,8 т, пакета - до 1200 кг (включая массу поддона); габаритные размеры - 4600х3800хх3200 мм.

ПКБ треста "Росаггоспесчмонтаж" (г. Куйбышев) разработана машина ПФМ-1, освоено ее серийное производство. Она формирует мешки с мукой и комбикормами в пакеты без поддонов с увязкой мягкими стропами типа УСК. Масса пакета 1050 кг.

На Выборгском комбинате хлебопродуктов эксплуатируется образец унифицированной пакетоформирующей машины. Она рекомендована ВПО "Союзэлеватормашмаш" к серийному производству с 1985 г.

ВЫВОДЫ

1. Решение актуальной социальной проблемы освобождения рабочих от тяжелого ручного труда за счет комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ, экономии материальных ресурсов, рационального использования грузоподъемности и вместимости транспортных средств, сокращения непроизводительных простоев во многом способствует широкое внедрение пакетных перевозок грузов.

В 1982 году объем пакетных перевозок грузов достиг 300 млн. т. Имеются все возможности не только выполнить задание пятилетнего плана (345-385 млн.т), но и превысить его, доведя объем пакетных перевозок в 1985 году не менее чем до 400 млн. т.

2. Важнейшее значение для прогрессивного и эффективного развития пакетных перевозок имеет создание необходимой технической базы по производству средств пакетирования (поддонов, стропов, кассет и т.п.), их ремонту. Следует ускорить разработку и освоение производства производительного пакетоформирующего и пакетобвязочного оборудования, включая машины, работающие в автоматическом режиме, в том числе машины и линии по упаковке пакетов в термоусадочную и растягивающуюся полимерные пленки.

3. Важное значение имеет работа по созданию новых унифицированных поддонов, в том числе сборно-разборных (что сокращает затраты на возврат порожних поддонов), и других средств пакетирования, применению новых материалов (легкие металлы, полимеры, фанера, картон и т.п.), обеспечивающих снижение собственной массы, в сравнении с деревянными, увеличение срока службы, простоту ремонта.

4. Большое значение имеет создание и изготовление поддонов для плодосовощной продукции, что обеспечивает существенное сокращение потерь этой ценной продукции.

5. Серьезное внимание должно быть уделено созданию и массовому производству машин для формирования и обвязки металлопродукции, предусматривая включение их в технологические линии отделки металлопродукции. Последнее относится практически ко всем пакетоформирующим и обвязочным машинам, которые должны быть в составе технологического оборудования по изготовлению соответствующих видов продукции на заключительных операциях производственного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXVI съезда КПСС. - М., Политиздат, 1981.
2. Ф.А. Пладис, В.А. Шкурии. Развитие контейнерных и пакетных перевозок грузов. - М., ЦНИИТЭИМС, 1983.
3. Применение стандартных поддонов. Auf dem Weg zur lücken- und risslosen Transportkette. "Transp. F6r der- und Lagertechn.", 1982, 37, № 4, 12-15 (нем.).
РЖ. 31. Взаимодействие разных видов транспорта и контейнерные перевозки, № 6-8. - М., ВИНТИ, 1982.
Деревянные поддоны. No Substitute for wood "Mater. Handl. News", 1983, № 301, 45, 47, 49 (англ.)
РЖ. 31. Взаимодействие разных видов транспорта и контейнерные перевозки, № 7. - М., ВИНТИ, 1983.
4. А.М. Обермейстер, М.А. Гарбусенко. Эффективность применения средств пакетирования круглых лесоматериалов. - М., ЦНИИТЭИМС, 1982.
5. В.Н. Аникин, В.Ф. Борщ и др. Опыт внедрения прогрессивных технологических процессов складской грузопереработки и доставки грузов с использованием пакетов и контейнеров. - М., ЦНИИТЭИМС, 1981.
Пакетные перевозки шифера. Л.Л. Беспрозванный, Н.С. Востюк, М.В. Романенко. "Промышленный транспорт", 1982, № 3, 19-20.
Пакетирование асбестоцементных труб. В.Н. Аникин, В.И. Дмитриев. "Промышленный транспорт", 1982, № 3, 21.
РЖ. 31. Взаимод. разных видов транспорта и контейнерные перевозки, № 7. - М., ВИНТИ, 1982.
6. Опыт внедрения пакетных и контейнерных перевозок (материалы семинара). - М., МДНТИ, 1982.
7. Ф.А. Пладис. Контейнеризация и пакетирование - осязаемая механизация и автоматизация ПРТС работ. - М., "Промышленный транспорт" 1982, № 1.
8. Ф.А. Пладис. Новый этап развития и повышения эффективности контейнерных и пакетных перевозок. - М., "Механизация и автоматизация производства", 1981, № 11.
9. Ремонт деревянных поддонов. - "Materials Management and Distribution," 1981, № 3, 46-47 (англ.).
Ремонт плоских поддонов. Reparatur von Flachpaletten aus Holz. "Hebezeuge und F6rdermittel", 1981, 21, № 11, 340-341.
10. Применение расклепочных гвоздей для сборки поддонов. - "Canadian Packaging," 1981, май, 19 (англ.).

11. Г.Э. Сурмаев, В.А. Шкурия. Опыт организации контейнерно-пакетной грузопереработки тарно-штучной продукции. - М., ЦНИИТЭИМС, 1980.
12. Поддоны из алюминия. - "Manutention stockage", 1979, № 21, 44 (франц.).
13. Поддоны из сборных стандартных стальных профилей. - "Fördern und Heben", 1980, № 1, 50 (нем.).
Поддоны. Stack pallets steel pallets. "Storage. Handl. Distrib.", 1982, 25, № 11, 52 (англ.).
РЖ. 31. Взаимодействие разных видов транспорта и контейнерные перевозки № 6. - М., ВИНТИ, 1982.
Металлический поддон. Revolutionary pallet system? "Fair-play Int. Shipp Weekly", 1981, 280, № 5118, 35 (франц.).
РЖ. 31. Взаимодействие разных видов транспорта и контейнерные перевозки. № 2. - М., ВИНТИ, 1982.
14. Поддон ящичный ТКБ 90 У для плодов и овощей. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 3, вып. 1. - М., ЦНИИТЭИМС, 1981.
15. Контейнер-поддон для овощей и фруктов. Информационный листок ЛитНИНТИ, № 1 - 80.
16. Контейнер-поддон КХЛ-300 для хранения лука. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 3, вып. 4. - М., ЦНИИТЭИМС, 1983.
17. М.П. Рязов. Средства пакетирования и грузозахватные приспособления для доставки строительного кирпича автомобильным и железнодорожно-автомобильным транспортом. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 5, вып. 5. - М., ЦНИИТЭИМС, 1983.
18. Сборно-разборные деревянно-металлические поддоны. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 5, вып. 1. - М., ЦНИИТЭИМС, 1981.
19. Стоечный поддон 9 МТ-22087. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 3, вып. 10. - М., ЦНИИТЭИМС, 1982.
20. Ящичный поддон ТМ-90. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 3, вып. 8. - М., ЦНИИТЭИМС, 1982.
21. Поддон ящичный металлический для транспортирования рулонов, лент из цветных металлов. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 3, вып. 2. - М., ЦНИИТЭИМС, 1981.

22. Поддоны для транспортировки двигателей. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 3, вып. 3. - М., ЦНИИТЭИМС, 1982.
23. Измеритель натяжения ленточных обвязок пакетов пиломатериалов. Информационное письмо на конструкторскую документацию № 80-50-04 Архангельского ЦНТИ.
24. Кассета для транспортирования алюминиевого проката. Информационный листок № 121-79 Ростовского ЦНТИ.
25. Многооборотная тара для транспортировки пакетов листового материала. Информационный листок № 79-0134 ВИМИ.
26. Высокопрочные полиэтиленовые обвязочные ленты. Научно-технич. реф. сб. "Тара и упаковка", серия 5, вып. 4. - М., ЦНИИТЭИМС, 1983.
27. Упаковывание в растягивающуюся пленку *Du fordellage a la palettisation*. "Emballages", 1982, № 395, 63-64 (франц.).
РЖ. 31. Взаимодействие разных видов транспорта и контейнерные перевозки. № 12. - М., ВИНТИ, 1982.
Внедрение новой системы по упаковке продукции в растягивающуюся пленку. - "Package Engineering", 1980, № 9, (англ.).
28. Новая технология производства и применения растягивающихся пленок. - "Modern Plastics International", 1980, № 11, 26-29 (англ.).
29. Установка для упаковки поддонов и грузов в усадочную пленку. - "Tara", 1980, № 376, 925-926 (нем.).
30. Семинар на выставке тары и упаковки и упаковочного оборудования. "Mod Mater. Haudl", 1983, 38, № 1, 60-63 (англ.).
31. Пакетирование в термоусадочную пленку без поддонов. *Mit dem Schrumpfen wachsen. Die Technik der palettenlosen Paketierung* "Material-Fluss", 1982, № 2, 26-27.
РЖ. 31. Взаимодействие разных видов транспорта и контейнерные перевозки, № 7, М., ВИНТИ, 1982.
Транспортировка, пакетирование и хранение продукции в пакетах из усадочной пленки без поддонов. - "Deutsche Hebe- und Fördertechnik", 1980, № 3, 17-18.

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ТРАНСПОРТЕ¹

Шкурин В. А. канд. техн. наук

1. Общие вопросы автоматизации и механизации погрузочно-разгрузочных работ

За годы десятой пятилетки уровень механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ на внешних и межцеховых грузопотоках предприятий Минэлектротрома возрос на 17,1%, внедрено около 600 конвейерных линий, 520 механизированных и автоматизированных складов. В результате получен экономический эффект свыше 55 млн. руб. и условно высвобождено более 10 тыс. рабочих, занятых ручным трудом. В одиннадцатой пятилетке реализуется программа дальнейшего сокращения трудоемкости ПРТС операций.

Особенности организации производства изделий в отрасли требуют расширения номенклатуры специальных погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских средств (таких, как контейнерный псевмотранспорт, промышленные роботы, малогабаритные высокоманевренные электроштабелеры, электротягачи и электротележки, легкие грузонесущие конвейеры) на выпускаемых Министерством тяжелого и транспортного машиностроения серийно. В связи с этим в отрасли организовано централизованное производство отдельных видов складского оборудования и средств механизации ПРТС работ; грузонесущих конвейеров; стеллажей элеваторного типа; тележек-штабелеров с гидropодъемниками; тележек с подъемными вилами и с подъемным столом; передвижных стеллажей с элект-

¹ Раздел написан с участием инж. Г.Б. Шавкина

ромеханическим приводом; передвижных дисковых конвейеров; механизированных секций стеллажных складов с кранами-штабелерами и т.д.

Разработана и утверждена программа снижения трудоемкости погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ.

В одиннадцатой пятилетке предусмотрено качественное изменение структуры парка средств механизации и автоматизации ПРТС работ, характера и состава и объемов их производства. Подготовка и организация серийного производства. Подготовка и организация серийного производства специальных видов ПРТС оборудования будет осуществляться по пяти основным направлениям: внутризаводской транспорт; складская техника; ПРТС и вспомогательное оборудование; оборудование для АСУ сбыта; тара и упаковка. Планируется освоить серийный выпуск качественно новых видов оборудования, в том числе: универсальных промышленных роботов с сервомеханическим приводом; электротележек с подъемными вилами грузоподъемностью 500 кг; элеваторных стеллажей с повышенным коэффициентом использования объема полки для усредненной массы груза $3,5 \text{ кг/дм}^3$; ленточных конвейеров с изменяющимся углом наклона; малогабаритных электроштабелеров повышенной маневренности. Будет освоено производство ряда механизированных складов металла и т.д. Таким образом, 70% всего необходимого ПРТС оборудования для предприятий отрасли планируется изготовить собственными силами своих предприятий. Примерно на 33 млн. руб. подъемно-транспортного оборудования будет получено за пятилетие от других отраслей. Выполнение перечисленных мероприятий обеспечит в одиннадцатой пятилетке повышение уровня и степени механизации и автоматизации на ПРТС работах соответственно до 75 и 40,4% (2).

Повышение уровня механизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ позволит в 1985 г. сберечь на этих работах труд 1,5 - 2 млн. чел. Учитывая важность и актуальность поставленной задачи, Госплан СССР, ГКНТ и Госснаб СССР ведут совместную разработку комплексной программы развития механизации и автоматизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ в народном хозяйстве.

Одной из составных частей этой программы стала целевая комплексная научно-техническая программа по созданию и производству технических средств для механизации и автоматизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и

складских работ в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве и на транспорте.

Целевая комплексная программа состоит из двух разделов. Первый из них содержит задания по освоению в производстве прогрессивных видов подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских машин и оборудования, созданных в десятой пятилетке, второй — задания по созданию и освоению в производстве новых прогрессивных видов подъемно-транспортных машин и оборудования в 1981-1985 годах.

В программе предусмотрено расширение серийного изготовления свыше 25 видов подъемно-транспортных машин и комплектующего оборудования к ним.

В задания первого раздела входит освоение серийного производства мостовых электрических кранов грузоподъемностью 8; 32 и 50 т с автоматическими захватами и манипуляторами для различных грузов (например, листовых и длинномерных в пакетах, рулонов стальных лент, стеновых панелей и т.д.).

Краны, оснащенные автоматическими захватами, дают возможность на 30-50% повысить производительность труда, исключить тяжелые и опасные операции стропальщиков, без которых нельзя обойтись при использовании обычных крюковых кранов.

Программой определены задания по значительному расширению производства мостовых кранов-штабелеров грузоподъемностью от 2 до 12,5 т с многосекционными телескопическими колоннами и съемными грузозахватами, включая автоматические для переработки тарно-штучных грузов. Конструкция кранов-штабелеров позволяет использовать их как основное подъемно-транспортное средство для обслуживания стеллажей высотой 12,6 м, а также для загрузки железнодорожных платформ или автомобильного подвижного состава.

В программе намечено освоение выпуска комплексных электроприводов для новых кранов с автоматическими захватами, серийное производство целой гаммы автопогрузчиков грузоподъемностью от 1 до 20 т. Новые авто- и электропогрузчики обладают повышенной маневренностью, большей производительностью.

Автопогрузчики грузоподъемностью от 1 до 2 т должны стать основными средствами механизации операций погрузки и выгрузки тарно-штучных грузов из крытых вагонов и большегрузных контейнеров.

Освоение производства тяжелых автопогрузчиков с боковым захватом для погрузки-выгрузки длинномерных грузов и большегрузных контейнеров массой брутто 20 т даст возможность исключить тяжелый физический труд, особенно портовых рабочих. Эти погрузчики найдут широкое применение на контейнерных терминалах. Определена необходимость организации массового выпуска комплектующих изделий и материалов для авто- и электропогрузчиков (пневматические шины с нормальным и широким профилем, прокат для стоек и грузозахватных устройств и др.). Высокопроизводительные одноковшовые фронтальные погрузчики грузоподъемностью 3 т на шасси колесного трактора Т-150 и самоходные стреловые краны грузоподъемностью 10 т пополнят в текущей пятилетке парк подъемно-транспортной техники в строительстве.

За годы одиннадцатой пятилетки будут разработаны и начнется производство мостовых электрических кранов облегченной конструкции грузоподъемностью от 5 до 60 т. Использование на кранах электрических талей специального исполнения, блочных механизмов подъема и передвижения груза позволит уменьшить примерно на 30% собственную массу и сэкономить тысячи тонн металлопроката.

Быстрое освоение богатств Сибири и Крайнего Севера требует от промышленности создать и начать массовое производство новых машин, надежно работающих при температурах до -65°C ; в частности, мостовых кранов грузоподъемностью 10 и 50 т для цветной металлургии, козловых грузоподъемностью 12,5 т общего применения и контейнерных (5-, 20-, 32-тонные).

В программе определена необходимость обеспечения стабильных кранов — штабелеров и другой техники комплектных устройствами управления электроприводами, системами автоматического управления от микро-ЭВМ и гибкими плоскими кабелями.

В программе намечена организация серийного производства созданных в десятой пятилетке более 30 групп машин, оборудования и комплектующих изделий к ним, а также создание и освоение выпуска более 25 групп нового подъемно-транспортного оборудования общего назначения и комплектующих изделий (3).

Общий объем внешних и внутризаводских перевозок на графических предприятиях черной металлургии достиг 5,4 млрд. т/год. Соответственно вырос и объем грузопереработки, что потребовало создания комплексно механизированных систем приема, скла-

дирования и транспортировки сырья, полуфабрикатов и продукции.

Для разгрузки массовых насыпных грузов, которые составляют до 95% всего объема поступающего сырья и материалов на многих металлургических заводах построены комплексные системы, включающие разгрузочные устройства с вагоноопрокидывателями либо приемными бункерами, склады с мостовыми грейферами перегружателями или конвейерными машинами, а также системы транспорта (конвейерного или железнодорожного) для подачи сырья и материалов на склады и в производство.

Так на Западно-Сибирском, Череповецком металлургических заводах, Карагандинском металлургическом комбинате рудное сырье, флюсы, агломерат, коксующийся уголь и др. выгружают на стационарных роторных вагоноопрокидывателях. Подачу этих материалов от вагоноопрокидывателей на склады осуществляют конвейерами с лентами шириной 1200-1600 мм и производительностью от 1500 до 2500 т/ч. Склады оборудованы верхними конвейерами для загрузки штабелей и нижними для выдачи материалов. На Новолипецком металлургическом заводе окатышевозы, агловозы, коксовозы разгружают в специальное приемное устройство с подземными бункерами. Это устройство оказалось весьма эффективным и позволило значительно уменьшить пылеобразование. Аналогичное приемное устройство с применением специальных накладных вибраторов и локоподъемников может быть рекомендовано для выгрузки пылящих материалов из обычных полувагонов. Расширение сферы применения прогрессивных видов транспорта, механизация ПРТС работ с массивными штучными и насыпными грузами обеспечили общий уровень механизации грузовых операций на предприятиях отрасли 98,6%. Этот уровень значительно ниже на грузовых фронтах, обрабатывающих огнеупоры, ферросплавы, порошки, лесоматериалы, оборудование, запчасти, химикаты и другие немассовые грузы, доля которых в общем объеме перевозок составляет - 3%.

1. Сооружение и реконструкция механизированных комплексов для разгрузки массовых насыпных грузов, в том числе:

сооружение новых вагоноопрокидывателей для разгрузки восьмисосных полувагонов, с оснащением автоматизированными линиями надвига, взвешивания, зачистки, уборки порошняка, а также зачистки решеток над бункерами;

замена устаревшего оборудования на существующих ротор-

ных вагоноопрокидывателях для разгрузки четырех- и шестью-ных полувагонов;

оснащение существующих разгрузочных устройств машин для дробления глыб и зачистки решеток над бункерами и другими средствами механизации.

2. Развитие контейнеризации и пакетирования грузов, в том числе:

немассовых штучных и насыпных (огнеупорных изделий, порошков, набивных масс, ферросплавов, метизов, запчастей, вспомогательных и разных материалов);

массовых штучных (сортового проката, труб, холоднокатаного листа).

3. Строительство механизированных и автоматизированных складов с учетом контейнеризации и пакетирования грузов, в том числе:

сооружение новых механизированных складов немассовых штучных и насыпных грузов;

строительство новых высотных складов запчастей, мелкого оборудования и материалов на крупных металлургических предприятиях;

реконструкция существующих складов ферросплавов и огнеупоров с целью обеспечения контейнерных и пакетных перевозок этих грузов;

оснащение складов средствами автоматического контроля, учета и управления, включая контроль уровня и движения запасов материалов.

Осуществление таких мероприятий, предусмотренных проектом отраслевой комплексной программы развития механизации и автоматизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ, требующих значительных капитальных затрат, позволит условно высвободить 13,2% рабочих, участвующих в ПРТС операциях, уменьшить на 20 тыс. чел. контингент персонала, занятого тяжелым физическим трудом, улучшить условия труда свыше 60 тыс. чел., и примерно на 12% сократить удельные затраты на ПРТС операции (4).

Уровень механизации грузопереработки на предприятиях Минторга СССР составил в 1980 г. лишь около 14%. В отрасли разработана комплексная программа развития механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ на 1981-1985 годы.

Особое внимание в комплексной программе уделено широкому внедрению прогрессивной технологии товародвижения, в основе которой лежит массовое применение специальных малоз-

тоннажных контейнеров (тары-оборудования). Доля трудовых затрат, связанная с затариванием готовой продукции и ее перемещением, например, в пищевой промышленности, составляет от 30 до 50% трудозатрат основного производства. В продовольственном магазине в среднем ежедневный грузооборот исчисляется десятками тонн, товары нередко перекалывают вручную 3-4 раза, при этом через руки подсобного рабочего проходит в смену от 3 до 7 т груза. Крайне неэффективно используется автомобильный транспорт.

По расчетам Всесоюзного научно-исследовательского института экономики торговли и систем управления (ВНИИЭТсистем) Минторга СССР экономический эффект от внедрения тары - оборудования составляет 6 руб./т продукции, а в пересчете на одну единицу тары - оборудования - 88 руб./год. Учитывая, что высокая эффективность внедрения тары-оборудования достигается при условии комплексной механизации труда, программой предусматривается внедрение электропогрузчиков, автомобилей с грузоподъемным бортом, уравнильных площадок, подъемных столов и многих других машин и механизмов. Так для эффективного использования тары-оборудования магазинам крайне необходимы малогабаритные универсальные электропогрузчики типа "ГНОМ" (ЭПУМ). Программа включает задание Минэлектротехпрому по освоению их серийного производства.

За годы десятой пятилетки Минторгом проведена большая работа по унификации типоразмеров тары-оборудования, завершившаяся разработкой проекта ГОСТ "Тара-оборудование. Типы, основные параметры и размеры".

В одиннадцатой пятилетке планируется более широкое внедрение поддонов для перевозки картофеля с поля до плодоовощных баз. Объемы таких перевозок пока крайне недостаточны, что обусловлено, с одной стороны, сравнительно небольшими объемами производства плодоовощных поддонов (ГОСТ 21133-75 "Поддоны ящичные специализированные для картофеля, овощей, фруктов и бахчевых культур"), с другой, - недостаточной работой Минсельхоза СССР по организации в местах производства картофеля, овощей и бахчевых культур приемосдаточных и сортировочных пунктов, оснащенных соответствующими подъемно-транспортными машинами, механизмами и инвентарем, необходимым для затаривания плодов и овощей. По данным Украинского научно-исследовательского института торговли и общественного питания (УкрНИИТОП) Минторга СССР, народнохозяйственный экономический эффект от пакет-

ного способа перевозки и хранения картофеля и плодоовощей на 1 т продукции составляет около 14 руб., в том числе для торговых организаций около 4 руб.

Программой предусматривается механизация общетоварных складов и холодильников за счет массового внедрения электропогрузчиков, электрштабелеров с боковым выдвижением вил для организации штабельного и стеллажного хранения грузов, а также использования комплексов оборудования с автоматическим адресованием грузов. Лучшее оснащение баз позволит увеличить их полезную вместимость почти в 2 раза.

Необходимым условием выполнения программы и достижения приведенных в ней показателей к 1985 г. является удовлетворение потребности в подъемно-транспортном и складском оборудовании.

В соответствии с программой работ промышленными министерствами и ведомствами разработаны экспериментальные образцы оборудования для укладки большой номенклатуры продовольственных товаров (сахар, мука, крупа, вино-водочные изделия, хлеб, кисло-молочные продукты и др.) в тару-оборудование. Актуальным является вопрос об освоении их серийного производства на предприятиях промышленности такого оборудования. Все указанные мероприятия направлены на сокращение непроизводительного ручного труда в отрасли.

Реализация в 1981-1985 гг. комплексной программы развития механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ в торговле позволит поднять уровень механизации примерно втрое (5).

В настоящее время большинство ПРТС работ на предприятиях г. Ульяновска выполняется при помощи машин. Вместе с тем около 80% производственного персонала, занятого на этих работах, трудится вручную. Важнейший организационный фактор перехода к комплексной механизации и автоматизации ПРТС работ-совершенствование управления парком средств механизации в целях их более интенсивного использования.

Проведенное Поволжским филиалом НИИАТа обследование показало, что более 70% предприятий и организаций г. Ульяновска ведут погрузку и разгрузку автомобилей вручную. Причем расчеты показывают, что только трети этих предприятий, имеющих годовой объем грузообработки 1,8 - 2 тыс. т и более, целесообразно иметь собственные средства механизации указанных работ. Потребности же остальных предприятий в погрузочно-разгрузочных работах невелики и возникают нерегулярно. Это особенно характерно для предприятий торгов-

ли, пищевой, легкой и местной промышленности, бытового обслуживания, маломощных снабженческо-сбытовых и торговых баз, а также различных организаций с годовым объемом погрузки и разгрузки менее 600 т. Отсутствие средств механизации грузопереработки приводит к длительным задержкам автомобилей под грузовыми операциями. Кроме того, снижается эффект от контейнеризации, поскольку контейнеры заполняются грузом или освобождаются от него, как правило, без снятия с автомобилей.

Механизированное выполнение указанных операций на территории таких предприятий и организаций возможно лишь в том случае, если создать межотраслевые специализированные погрузочно-разгрузочные подразделения (колонны механизации), оснащенные мобильными погрузочно-разгрузочными машинами.

Недостаток в средствах механизации грузопереработки испытывают многие крупные предприятия и организации, даже имеющие собственный парк таких средств. Примерно 90% предприятий города пользующихся услугами автомобильного транспорта, не могут обеспечить своевременную и высококачественную разгрузку на своей территории тяжеловесных, негабаритных, длинномерных грузов, крупнотоннажных контейнеров. Эта группа предприятий также нуждается в услугах специализированных погрузочно-разгрузочных подразделений.

Создание колонн механизации требует значительных финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов. Поэтому их формирование должно быть экономически обосновано, причем важно оценить эффективность различных вариантов оснащения и схем работы колонн механизации. В условиях ограниченных ресурсов существенным представляется также установление районов и объектов, обслуживание которых колоннами механизации может дать наибольший эффект.

Объемы погрузочно-разгрузочных работ, выполняемых вручную, устанавливаются в результате обследования предприятий. При этом необходимо учитывать долевое распределение грузов по видам, взаимное расположение предприятий, организаций и учреждений, пригодность к работе средств механизации в пунктах погрузки и выгрузки, степень неравномерности прибытия и отправления грузов, а также прямые и косвенные затраты на выполнение этих работ вручную. Последующий анализ должен обеспечить возможность сравнения вариантов организации колонн механизации, отличающихся перечнем принимаемых на обслуживание объектов, объемами грузопереработки и типами мобильных погрузочно-разгрузочных машин.

Схемы совместной работы мобильных погрузочно-разгрузочных машин и автомобилей разрабатываются с учетом вида грузов, типа используемых технических средств и технологии их взаимодействия.

Исходя из схем и учитывая разовые объемы работ, следует определять предполагаемые технико-эксплуатационные показатели погрузочно-разгрузочных машин, длительность простоя автомобилей под грузовыми операциями и в их ожидании.

Потребный парк погрузочно-разгрузочных машин определенного типа приближенно можно рассчитать по формуле:

$$N_M = \frac{Q_C}{T_C \cdot \beta_T \cdot \beta (1 - a)},$$

где Q_C - среднесуточный объем переработки соответствующего груза;

T_C - сменная продолжительность работы машины, ч;

β_T - техническая производительность машины, т/ч;

a - коэффициент мобильности, отражающий удельный вес времени движения между пунктами погрузки и выгрузки (грузоотправителями, грузополучателями) в общем рабочем времени;

β - коэффициент использования машины (отражает долю времени грузоопереработки в общем времени нахождения механизма на территории предприятий - грузоотправителей и грузополучателей).

Длительность простоя автомобилей под грузовыми операциями и в их ожидании определяют по соответствующим нормативам с учетом принятых схем.

При сравнении эксплуатационных расходов и капитальных вложений целесообразно исходить только из изменяющихся от варианта статей затрат. Затраты на выполнение погрузочно-разгрузочных работ рекомендуется рассчитывать по методикам, приведенным в работе (6).

На вспомогательных и подсобных работах занят огромный контингент трудящихся (например, в строительстве около 10% общего количества работающих). Труд их нередко слабо механизирован и много, особенно транспортные, погрузочно-разгрузочные и складские работы, выполняются вручную. В разделе "Капитальное строительство" "Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1981 - 1985 годы и на период до 1990 года", указано на необхо-

димость осуществить мероприятия по значительному сокращению затрат ручного труда, оснащению строительных организаций высокопроизводительными машинами, механизмами, автотранспортом, улучшить обеспечение средствами малой механизации...

ШНИОМТП Госстроя СССР с участием строительных министерств подготовил пятилетнюю комплексную программу дальнейшей механизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ в строительстве. В этой программе намечено повышение производительности труда путем внедрения новых высокопроизводительных машин массового применения автомобилей со съёмными кузовами.

Комплексной программой предусматривается участие машиностроительных министерств в разработке и создании манипуляторов (роботов) для производства погрузочно-разгрузочных операций внутри реконструируемых зданий, а также для оснащения складов. В заданиях и подпрограммах машиностроительных министерств намечено расширение выпуска и освоения новых типоразмеров машин, предназначенных для работы в районах с холодным климатом. Для южной зоны страны должны быть развернуты исследования модификаций погрузочных машин, приспособленных к работе в условиях высокой температуры и запыленности.

К 1985 г. затраты на выполнение погрузочно-разгрузочных и складских операций в общем объеме строительно-монтажных работ составят около 8%. На приобретение серийно изготавливаемого подъемно-транспортного оборудования намечено расходовать около 70% общих капитальных вложений, предназначенных для реализации комплексной программы, на разработку и освоение новых средств механизации, реконструкцию и развитие складов — 30% выделенных средств. Полное использование капитальных вложений на эти цели и реализация намеченных мероприятий позволят высвободить до 110 тыс. чел., в том числе 60 тыс. чел., занятых на ручных операциях. Окупаемость капитальных вложений на осуществление комплексной целевой программы по развитию механизации и автоматизации ПРТС работ составляет 3,3 года (7).

Комплексная программа развития ПРТС работ подготовлена в Микхиммаше. Анализ работы предприятий этой отрасли за последние десять лет показал, что численность персонала, занятого на ручных подъемно-транспортных, погрузочно-раз-

грузочных и складских операциях возрастает. Сегодня доля такого персонала в общей численности трудящихся отрасли достигла 17,5%.

В основу комплексной программы были положены следующие предпосылки. Единичный или мелкосерийный характер производства, отличающий многие предприятия отрасли, определяет специфические особенности их транспортно-складского хозяйства, обусловленные главным образом нестабильностью грузопотоков по величине и по времени. В связи с этим обстоятельством применяется универсальное подъемно-транспортное оборудование: крапы, погрузчики, электрокары и др. Доля такого оборудования в отрасли составляет сегодня свыше 60% в общем парке подъемно-транспортных машин, вместе с тем коэффициент их использования составляет от 0,1 до 0,5. Большинство складов расположено в помещениях, непригодных для внедрения эффективных средств механизации складских работ. Исходя из этого, при разработке программы учитывали необходимость широкого применения универсальных средств механизации.

Комплексная программа включает: показатели развития ПРТС работ, уровень и степень их механизации на внешних и межкорпусных грузопотоках, расчет потребности в подъемно-транспортном оборудовании и экономический эффект от внедрения намеченных мероприятий.

Реализация комплексной программы к концу пятилетки позволит довести уровень механизации ПРТС работ до 85,5%, а степень механизации до 49,1%. Удельный вес численности персонала на этих работах снизится и составит 16,7% общей численности трудящихся. Условно будет высвобождено около 10 тыс. рабочих (8).

Трудозатраты на грузообработку взрывчатых веществ (ВВ) составляют 35-50% общих трудозатрат на производство взрывных работ. Зависят они в основном от способа поставки ВВ с заводов изготовителей и наличия на складе средств механизации. Научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом по добыче полезных ископаемых открытым способом (НИИОГР) с учетом имеющегося отечественного и зарубежного опыта разработаны и согласованы с Госгортехнадзором СССР технологические схемы механизированных пунктов по растариванию ВВ в зависимости от способа их упаковки и транспортирования. Схемы утверждены Минуглепромом СССР.

Поставку затаренных в мешки ВВ на горные предприятия осуществляют как правило, навалом, в крытых вагонах. Одна-

ко этот способ поставок трудоемок, так как отвлекает на тяжелые малопроизводительные перегрузочные операции большое количество рабочих.

Сотрудниками НИИОГРа предложены три технологические схемы механизации процессов разгрузки ВВ и их компонентов из вагонов, растаривания, дробления, хранения и погрузки в зарядные машины. Схемы разрабатывались с учетом объема расходуемых ВВ, а также наличия различных наборов технологического оборудования.

Первая схема предназначена для растаривания мешков с ВВ и аммиачной селитрой и загрузки ими зарядных машин, вторая — для загрузки зарядных машин аммиачной селитрой, поставляемой с заводов-изготовителей в мягких контейнерах одноразового пользования. Третья основана на способе доставки аммиачной селитры с предприятия-поставщика в незатаренном виде в специальных вагонах. Для угольных разрезов, потребляющих небольшой объем ВВ (по 1-2 тыс. т в год), рекомендовано применять упрощенные технологические схемы механизации, не требующие больших затрат и сложного оборудования. Эти схемы выполнены с учетом использования стационарных пунктов и передвижных установок (МПР-30) по растариванию и погрузке ВВ.

При больших объемах поступления ВВ наиболее приемлема следующая технологическая схема. Мешки с ВВ, уложенные на поддоны, доставляют электропогрузчиками в отделение подготовки и устанавливают на пакеторасформировывающую машину, состоящую из приемного стола и дозатора. Последний обеспечивает поштучную подачу мешков короткой стороной по ленточному конвейеру на растарочную машину УРВ-2, где они разрезаются ножами. Слежавшиеся куски дробят шкеловой дробилкой, входящей в комплект УРВ-2. Растаренный груз накапливается в бункере, из которого его загружают в зарядные мешки.

В настоящее время на разрезах Минуглепрома по разработанным схемам построено 7 механизированных пунктов по растариванию ВВ, что позволяет обрабатывать около 25% всего объема ВВ. При этом трудозатраты на производство погрузочно-разгрузочных работ по сравнению с ручным способом снижены более чем вдвое (9).

Крымским ПКТИ разработана комплексная программа повышения производительности труда и организационно-технического уровня ПРТС на предприятиях и объединениях Минуглепрома до 1990 г., в которой поставлена задача ликвидации

тяжелого ручного труда и снижения численности рабочих на этих работах. Разработаны руководящие технические материалы по стеллажам, производственной таре и др., ведется работа по налаживанию производства этого оборудования по трем основным группам: погрузочно-разгрузочное оборудование и средства механизации; складские комплексы и оборудование общезаводских и цеховых складов; оборудование и средства механизации внутризаводского и межоперационного транспорта. Разработан набор грузозахватных устройств и подъемно-предохранительных зажимов. Институтом разработаны, например, захваты на постоянных магнитах для механизации работ на заготовительных участках машиностроительного производства, ручная тележка с магнитным барабаном и ящиком для сбора металлической стружки и др. Внедрение разработанного оборудования на предприятиях Минлегпрома высвободит на ПРТС работах примерно 8000 человек (10).

Для совершенствования ПРТС работ на предприятиях станко-инструментальной промышленности Рязанским филиалом института "Оргстанкинпром" разработаны следующие материалы: отраслевые нормативы времени на погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы; методика составления комплексных транспортно-технологических схем для предприятий отрасли; методика разработки и внедрения технологических процессов на ПРТС работах. Все эти материалы опробованы на ряде предприятий отрасли. Новые нормативы времени на ПРТС работы позволили снизить действующие нормативы в среднем на 23,5%, что позволит высвободить 3% общей численности рабочих. Техническая политика филиала в области ПРТС работ на предприятиях отрасли направлена на комплексное совершенствование систем внутризаводских и межцеховых перевозок, складского хозяйства, межоперационного транспорта на базе комплексной механизации и автоматизации, а также на использовании рациональных эффективных форм и методов организации и управления. Комплекс работ, проводимый филиалом по техническому перевооружению заводов отрасли в области внутризаводского транспорта и складского хозяйства и улучшения организации и управления ПРТС работами, позволит получить экономический эффект около 1,8 млн. руб., условно высвободить 800 человек, повысить уровень механизированного труда до 89-90%, а степень охвата рабочих механизированным трудом до 57% (11).

В одинадцатой пятилетке среди мероприятий по сокращению применения ручного труда предусмотрена разработка програм-

мы комплексной стандартизации средств механизации и автоматизации ПРТС работ. Ее цель — повышение качества, надежности подъемно-транспортного оборудования и комплектующих изделий, выпускаемых предприятиями Министерства тяжелого и транспортного машиностроения, Министерства строительного, дорожного и коммунального машиностроения, Министерства автомобильной промышленности и Министерства электротехнической промышленности, а также других отраслей путем пересмотра устаревших и разработки новых стандартов и технических условий. Должна быть создана нормативно-техническая документация, устанавливающая единые нормы и правила в области производства подъемно-транспортного оборудования и комплектующих изделий на основе унификации и стандартизации деталей, узлов и машин в целом. Предусмотрены, например, повышение в два раза производительности стеллажных кранов-штабелеров грузоподъемностью 8 и 12,5 т, в 1,5 раза производительности контейнерных козловых кранов с автоматическим захватом, уменьшение на 7,5% массы грейфера крана для погрузки и разгрузки щебня и гравия, на 15% массы зажимов для стальных канатов, на 50% массы съемных звеньев для грузовых стропов и другие меры, позволяющие сократить расход металла на изготовление подъемно-транспортного оборудования, применение ручного труда и численность персонала на этих операциях (12).

Вопросам дальнейшего совершенствования контейнерных и пакетных перевозок в настоящее время уделяется также значительное внимание в связи с разработкой долгосрочной комплексной программы развития транспорта, которая явится основным программным документом по улучшению транспортного обслуживания и полного удовлетворения в перевозках народного хозяйства на период до 2000 г.

На промышленном транспорте формирование системы контейнерных и пакетных перевозок производится в условиях роста парка и типажа специализированных контейнеров и средств пакетирования, позволяющих с высокой степенью эффективности внедрить их в технологию основного производства. С учетом этого на промышленном транспорте проводится большая работа по реконструкции и развитию грузовых фронтов и их технологического оснащения, внедрению прогрессивной транспортно-складской технологии, по стандартизации и межотраслевой унификации технических средств контейнерных и пакетных перевозок, размеров тары, грузовых единиц и других элементов системы рассматриваемых перевозок. Это позволяет

значительный объем перевозок грузов, отправляемых для целей межотраслевой и внутриотраслевой кооперации, переключить на пакетный способ, создающий необходимые предпосылки для работы многих предприятий, удаленных на значительные расстояния, по единой технологии (13).

Комплексная программа механизации и автоматизации ПРТС работ на предприятиях Минавтопрома создавалась в три этапа. На первом этапе был сделан анализ развития механизации указанных работ в десятой пятилетке. В 1976-1980 гг. внешний грузооборот предприятий вырос примерно на треть, а численность рабочих, занятых в ПРТС работах, увеличилась немногим более чем на 20%. Однако их доля в общей численности рабочих отрасли все еще довольно велика и составляет около 10%.

Недостаточная фондовооруженность рабочих, занятых на ПРТС процессах, а темпы ее роста отстают от темпов роста фондовооруженности рабочих основного производства, которая в настоящее время в 2,6 раза выше. В годы десятой пятилетки среднегодовой прирост фондовооруженности рабочего, занятого на подъемно-транспортных работах, составлял 635, а рабочего основного производства - 1535 руб., т.е. в 2,4 раза больше.

Обследованием установлено, что вилочные погрузчики, автомобильный подвижной состав работают в среднем 60% сменного времени, половину которого простаивают под погрузкой и разгрузкой. Грузоподъемность машины используется примерно наполовину. Парк средств напольного транспорта на 23% состоит из электро- и автокаров, загружают и разгружают которые преимущественно вручную.

УНИПТИМАШем подготовлены целевые установки и рекомендации по механизации и автоматизации ПРТС работ, а также проект контрольного задания каждому объединению, предприятию по уровню, степени механизации труда и сокращению численности персонала, занятого ручным трудом на 1981-1985 гг.

На втором этапе объединениями и предприятиями были разработаны планы сокращения ручного труда и механизации и автоматизации ПРТС работ на 1981-1985 гг. Эти планы были обобщены в УНИПТИМАШе.

На третьем этапе была подготовлена комплексная программа развития механизации этих работ на одиннадцатую пятилетку.

Комплексная Программа предусматривает:

дальнейшее увеличение оснащенности объединений и предприятий отрасли прогрессивным типовым подъемно-транспортным оборудованием и средствами механизации. Программой определена потребность на 1981-1985 гг. в оборудовании и средствах механизации в натуральном и стоимостном выражении, а также в замене изношенного и морально устаревшего оборудования. Так, потребность в авто- и электропогрузчиках на пятилетку составила 9300 ед.; в подвесных грузонесущих и толкающих конвейерах - 460 км; в кранах-штабелерах - 1,4 тыс. ед.; в козловых кранах - 175 ед. и т.д.;

широкое внедрение пакетных и контейнерных перевозок комплектующих изделий и запасных частей. Планируется довести к концу пятилетки годовой объем перевозок в пакетах до 5,6 млн. т, т.е. увеличить по сравнению с 1980 г. примерно в 10 раз, и в контейнерах до 1,5 млн. т, т.е. увеличить в 1,5 раза;

расширение применения производственной тары на внутризаводских грузопотоках для организации беспереvalочной транспортировки грузов в цехах и между подразделениями заводов. Заводам отрасли 2,15 млн. ед. производственной металлической и переметаллической тары, 1,46 млн. поддонов, 610 тыс. ед. пластмассовой тары, 76 млн. м² гофрокартона, 3600 т полиэтиленовой и термоусадочной пленки; проведение комплекса мер по улучшению организации ПРТС работ. Имеется в виду широкое внедрение прогрессивных технологических процессов перемещений, более совершенных систем управления внутризаводским транспортом, введение рациональных форм организации и оплаты труда;

техническое перевооружение парка средств внутризаводского автомобильного и напольного транспорта с сокращением применения электрокар и малотоннажных грузовых автомобилей и более широким применением автопогрузчиков и большегрузных автопоездов;

строительство, реконструкция, механизация и автоматизация складов оборудованных преимущественно стеллажами с применением кранов-штабелеров с ручным и автоматическим управлением. Планами мероприятий по развитию складского хозяйства в 1981-1985 гг. предусмотрены строительство 147, ввод в эксплуатацию 100, реконструкция 150 складов и строительство 45 объектов транспортно-складского назначения (рампы, погрузочных и контейнерных площадок, эстакад и др.);

проведение подготовительных работ и начало внедрения

автоматических роботов-манипуляторов на транспортно-складских операциях.

В комплексной программе разработаны задания каждому производственному и всесоюзному промышленному объединению по вышеприведенным направлениям, задания научно-исследовательским и проектным организациям отрасли на выполнение первоочередных научно-исследовательских и проектных работ, а также задания на изготовление складских комплексов, подъемных и толкающих конвейеров, производственной тары и других средств. Выполнение программы позволит к 1985 г. автомобильной промышленности довести до 86% уровень механизации ПРТС работ на внешних и межцеховых грузопотоках, поднять степень механизации труда занятых на них рабочих до 41,4%. Абсолютное сокращение численности рабочих, занятых ручным трудом, составит за пятилетку 5,4 тыс. чел. Себестоимость переработки 1 т внешнего грузопотока будет снижена на 0,6 руб. Экономический эффект от внедрения программы 27,65 млн. руб/год (92).

В системе Минрыбхоза СССР головной организацией, ответственной за разработку отраслевой программы определено ЦПКТБ Всесоюзного рыбопромышленного объединения Западного бассейна.

Планом разработки программы предусматривалось изучение состояния и анализ сложившейся ситуации на флоте, в портах и на береговых предприятиях Минрыбхоза СССР с целью внедрения пакетных и контейнерных перевозок грузов, как наиболее эффективного средства механизации переработки грузов на всем пути их следования. Проведен спрос всех рыбопромышленных объединений, организаций и управлений, непосредственно подчиненных Министерству, и определена потребность в подъемно-транспортном и складском оборудовании, численности рабочих (по профессиям), занятых на ПРТС работах, внешний объем перевозок и другие сведения.

В результате намечены основные направления повышения механизации грузопереработки на одиннадцатую пятилетку. Это в первую очередь изменение технологии перемещения грузов на судах, портах и береговых предприятиях рыбной промышленности с широким внедрением пакетных перевозок мороженой рыбопродукции и рыбной муки, контейнерные перевозки консервов, грузов снабжения и промышленной оснастки для судов. Особое место отводится также внедрению пакетных и контейнерных перевозок картошной гофротары. В 1981-1985 гг. Минрыбхозу СССР потребуется подъемно-транспортное оборудование более, чем на 100 млн. руб.

Реализация программы позволит в одиннадцатой пятилетке повысить производительность труда на 8,3%, уровень и степень механизации соответственно на 14,2 и 18,9%.

Согласно расчетам численность рабочих, занятых на ПРТС работах, в 1985 г. будет снижена на 6,9 тыс. чел. по сравнению с 1980 г. Эксплуатационные расходы на годы пятилетки будут сокращены на 22,4 млн. руб. Срок окупаемости капитальных затрат лежит в пределах нормативного и составляет 6,2 года. Годовой экономический эффект от внедрения программы составит 1,36 млн. руб. [14].

Опыт работы Челябинского ордена Ленина э-да дорожных машин им. Колосовенко, а также Брянского ордена Ленина им. 50-летия Великого Октября, Рыбинского ордена "Знак Почета" и других заводов дорожных машин показывает, что для эффективной механизации внешних грузопотоков следует создавать механизированные склады, оборудованные мостовыми или козловыми кранами, елочными стеллажами для хранения сортового металла, подставками для листового проката, оборотной тарой для заготовок, полуфабрикатов и других грузов, поставляемых системой кооперации, оборотными платформами, прицепами и механизированными тележками для доставки грузов. Улучшились показатели, характеризующие экономическую эффективность организации и механизации ПРТС - работ на внешних грузопотоках. Важное значение имеет механизация ПРТС работ при межцеховых перевозках на заводах, так как объем обрабатываемых грузов при межцеховых перевозках ~ в 1,5 раза больше, чем на внешних грузопотоках. Опыт передовых заводов отрасли показал высокую эффективность организации кольцевых централизованных перевозок с помощью электрокаров, автопогрузчиков, механизированных тележек и других мобильных средств механизации [15].

С целью концентрации сил на успешное выполнение производственного плана Министерством строительного, дорожного и коммунального машиностроения организовано централизованное серийное изготовление по разработкам Куйбышевского НПО "ВИТстройдормаш" типовых средств механизации работ на Тольяттинском э-де технологического оснащения (ТЗТО), на Урюпинском крановом э-де и Минчигаурском э-де "Дормаш" объем производства которых в десятой пятилетке превысил 37 млн. руб. Анализ экономических показателей средств механизации на ПРТС работах показывает, что наибольший экономический эффект приходится на внедрение типовых средств

механизации. Ведутся работы по созданию комплексно-механизированных участков (цехов) с разработкой для них конвейерных линий, нестандартизированного и специального оборудования. Уже разработаны 4 проекта по комплексной механизации ПРТС работ на четырех предприятиях министерства. Основной задачей на текущую пятилетку остается дальнейшее снижение трудоемкости и улучшение условий труда на ПРТС работах. Предполагается в результате внедрения разработок НПО "ВИТстройдормаш" сэкономить труд 3 тыс. рабочих, высвободить 30 тыс. м³ производственных площадей, сэкономить 4 тыс. т металла, получить экономический эффект в размере 12 млн. руб. [16].

Развитие механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ идет в следующих основных направлениях: создание и внедрение комплексных систем, объединяющих в единую транспортно-технологическую линию приемные и погрузочные устройства, склады, средства транспортирования на всем потоке от поступления груза на предприятие до подачи его в технологический процесс; сооружение современных механизированных и в дальнейшем автоматизированных комплексов для выгрузки сыпучих грузов, в том числе типовых эстакад для выгрузки сыпучих грузов; оснащение складов и комплексных транспортных систем средствами автоматического контроля; для массовых сыпучих грузов рекомендуется внедрение комплексных систем с машинами непрерывного действия, включая стационарные вагоноопрокидыватели, конвейерные линии подачи на склад и со склада, отвальные склады, оборудованные конвейерами, штабелирующими заборными и усреднительными машинами; для немассовых сыпучих грузов создание систем с машинами периодического действия (мостовых кранов штабелеров погрузчиков различных типов и т.д.), оснащенных автоматическими и полуавтоматическими грузозахватными устройствами, а также расширение сферы применения контейнеров и увеличение их грузоподъемности до 20 т; создание и освоение промышленных роботов на погрузочно-разгрузочных работах, на тех процессах, где имеет место многократное повторение однотипных операций с одинаковыми (или малоотличающимися) по массе и габаритам грузами при массовом характере этих операций; развитие новых видов транспорта, в том числе гидротранспорта для твердых материалов (руды, угля, концентратов и т.д.) [17].

С целью механизации тяжелого ручного и вредного для здоровья грузчиков труда специалистами Ижорского э-да

им. Жданова А.А. разработаны герметические контейнеры грузоподъемностью 2,8 т с раскрывающимся днищем, предназначенные для перевозки извести. На железнодорожную платформу грузоподъемностью 63 т устанавливают 20 контейнеров в 2 ряда и подают ее в мартеновский цех, где один стропальщик разгружает платформу за 30-40 мин (раньше на эту операцию уходило несколько часов). За месяц такая платформа делает 5-6 рейсов. В результате отпала необходимость в складских помещениях для хранения извести, так как теперь она поступает от поставщика без перегрузок прямо в цех, сократились потери, повысилась производительность и улучшились условия труда. Внедрение централизованных систем доставки грузов цехам-потребителям в комплексе с механизацией ПРТС работ позволило условно сократить парк транспортных машин на 25-30%, довести уровень механизации этих работ до 95%, степень механизации труда рабочих до 62,8%. За 2 последние пятилетки на погрузочно-разгрузочных работах условно высвобождено 650 чел., в том числе только за последние 2 года 167 чел. Экономия в результате комплексной механизации ПРТС работ и ускоренного внедрения централизованной доставки грузов составила по объединению более 80 тыс. руб. [18].

Существующий уровень механизации транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ на предприятиях электрометаллургического производства не в полной мере отвечает требованиям и значительно отстает от достижений передовых предприятий машиностроения. В соответствии с прогнозом развития подотрасли объемы производства средств механизации складских работ значительно увеличатся: ожидается увеличение числа электропогрузчиков, кранов-штабелеров, в том числе с автоматическим управлением, по всему ряду грузоподъемности (до 12,5-20 т) с высотой штабелирования до 16 м. За пятилетие предусматриваются мероприятия по разработке, внедрению проектов механизированных складов, унифицированной тары средств внутри- и межцехового транспорта, предлагается организовать 54 механизированных склада. От реализации намеченных мероприятий планируется получить годовой экономический эффект в размере 687 тыс. руб., увеличить производительность труда на 17,8%, повысить уровень механизации ПРТС работ до 70% и условно высвободить 474 человека. Одновременно предусматривается расширение применения унифицированной тары-контейнеров, поддонов, что должно сократить число перегрузок. Уровень механизации

внутренних и внешних грузопотоков должен быть доведен до 73% [19].

Рассмотрены тенденции в развитии промышленного транспорта в Зап. Европе и США. Усложняются задачи, решаемые внутрипроизводственным транспортом. Это ведет к созданию комплексных транспортных систем, объединяющих различные транспортные средства. Контроль и управление такими системами могут быть осуществлены только при внедрении новейших электронных средств. Доля этих средств в капиталовложениях при создании транспортных систем постоянно возрастает и превысила в настоящее время 50%. Все, в большей степени транспортные процессы, интегрируются с производственными. Увеличивается стремление к созданию гибких транспортных систем, легко поддающихся перестройке при изменении масштабов производства или при переходе на выпуск новых изделий. Растут требования к надежности, безопасности, экономичности и безвредности транспортных средств для окружающей среды, а также требования к удобству их эксплуатации. В качестве примера реализации последних требований рассмотрены комплектовщики заказов фирмы Mannesmann Demag Fördertechnik" грузоподъемностью 300 и 500 кг для ручного обслуживания стеллажных складов. Сиденье оператора в этих комплектовщиках регулируется по высоте. Установлено оно таким образом, что при изменении операции, совершаемой оператором (переход от изъятия грузов к управлению движением и наоборот), затрачиваемые им физические условия минимальны. Благодаря внедрению беговых колес и направляющих роликов из пластмассы, а также применению новых приводов движения и подъема уровень шума, производимого машиной, снижен до 70 дБ (А). Улучшено размещение приборов, контролирующих эксплуатационное состояние комплектовщика. Машина оснащена дисплеем, который показывает положение машины и ее грузоподъемника, что облегчает позиционирование комплектовщика относительно ячеек стеллажей. Комплектовщик движется по напольному ходовому рельсу, расположенному в проходе сбоку. Направляющий рельс размещен в верхней части стеллажей. Боковое расположение мачты дает возможность быстро покинуть комплектовщик в случае аварии [20].

Приводятся рекомендации фирмы "Lear Siegler LNS" по выбору оптимального подъемно-транспортного оборудования на складах. В секции приемки грузов рекомендуется использовать погрузчики и другие машины, управляемые рабочими. В этом случае обеспечивается наибольшая маневренность и наилучший

учет прибывших грузов. Транспортирование грузов на склад целесообразнее производить конвейерами или грузовыми тележками без водителей с дистанционным управлением. На крупных складах с большой высотой складирования рентабельно применять автоматические краны-штабелеры типа AS/RS для установки грузов на стеллажи и съема их со стеллажей. Однако на меньших складах и при работе штабелеров в нескольких проездах между стеллажами целесообразнее использовать погрузчики с различными видами грузозахватных приспособлений. В секции отправки могут использоваться конвейеры (на больших складах) или погрузчики и вилочные тележки (на меньших складах) [21].

Рассмотрено влияние механизации погрузочно-разгрузочных работ на производительность предприятий и складов. Основное внимание уделено средствам для погрузки и разгрузки автомобильного подвижного состава. Для перевозки вместе с грузом в кузовах автомобилей и полуприцепов предназначены автопогрузчики модели Spyder и Princeton Piggy-Back. Первый из них имеет массу 1,22 т и грузоподъемность 1,6 т. Он может преодолевать подъемы крутизной до 30° и его радиус поворота составляет 1,85 м. Вторая машина имеет массу 1,6 т и грузоподъемность 2 т. Эти погрузчики предназначены для разгрузки автотранспорта в пунктах доставки грузов. Значительно облегчает погрузку и выгрузку система роликовых конвейеров типа Magic Carpet фирмы "Joloda Ltd" (Великобритания), монтируемая в кузовах автотранспортных средств и на грузоприемных платформах предприятий и складов. На автомобилях эти роликовые конвейеры поднимаются гидравлическими приводами в рабочее положение и после погрузки или выгрузки опускаются так, что в процессе перевозки грузы не воздействуют на ролики. Указаны также другие средства механизации погрузки и разгрузки автотранспорта [22].

Компания "Seaboard Pioneer Terminals Ltd." (Великобритания) в течение 10 лет использовала 11 вилочных погрузчиков типа Hyster H250E грузоподъемностью по 11,5 т. Все эти погрузчики использовались для переработки лесоматериалов и других грузов лесотехнической промышленности. Каждый погрузчик работал в среднем по 40 ч в неделю, причем многие из них совершали пробеги длиной до 550 м. В связи с участвовавшими отказами отдельных узлов погрузчиков компания приняла решение произвести капитальный ремонт всего парка погрузчиков. Как показали предварительные расчеты, подтвердившиеся затем в ходе работ, капитальный ремонт подобного

погрузчика обходится в 12 тыс. ф. ст., в то время как стоимость нового погрузчика составляет 30 тыс. ф. ст. Ремонт погрузчиков производился поочередно. Продолжительность ремонта одного погрузчика составила 4-6 недель. В ходе ремонта погрузчик подвергался полной разборке с последующей проверкой всех деталей и их заменой в случае необходимости. В ходе ремонта грузоподъемность погрузчиков увеличилась на 450 кг за счет реконструкции рамы и установки дополнительных контргрузов [23].

Резервом повышения эффективности функционирования погрузочно-транспортного комплекса является снижение потерь, вызванных дестабилизацией характеристик процессов добычи и транспортирования, например, на интервале технологического цикла. Источником таких потерь следует считать простоя, вызванные отсутствием транспортных средств и ожидаемом обслуживании, причем при планировании "в среднем" они не учитываются. Известно, что современные методы оперативного управления требуют расчета максимально обоснованных программных траекторий движений объектов управления, так как корректирующие воздействия зачастую являются функцией отклонения. Для выполнения смежного задания, рассчитанного "в среднем", требуется на 20-30% больше транспортных средств, чем используется в действительности. Обсуждается модель функционирования погрузочно-транспортного комплекса при открытых разработках. Качество функционирования оценивается по функционалу потерь, который учитывает отклонения реального состояния от программного. Модель позволяет оценить потери при образовании групп транспортных единиц на сети и дать оценку желаемых интервалов следования однородных транспортных единиц из условия минимума потерь, связанных с неритмичностью работы комплекса [24].

Известные способы определения размеров разгрузочного отверстия в бункерах, содержащих сыпучие вещества, основаны на учете свойств этих веществ. Процесс свободообразования в бункерах рассматривается как стохастический. В результате анализа этого процесса с помощью статистики получена взаимосвязь между сечением разгрузочного отверстия, вероятностью свободообразования и функциональной надежностью разгрузки бункера. Так, при уменьшении сечения разгрузочного отверстия на 20% надежность разгрузки снижается лишь на 5%. Статистический анализ результатов экспериментов по разгрузке бункеров показывает, что случайные нарушения процесса разгрузки бункера не должны служить основанием

для пересмотра геометрии его разгрузочного отверстия [25].

Фирма "SPS Technologies" выпускает многоярусную стеллажную систему (С), состоящую из отдельных модулей. Применение "С" позволяет увеличить полезную площадь склада, упрощает инвентаризацию и штабелирование грузов. Основная часть "С" состоит из двух ярусов с лестницами и переходами между ними. Все полки стеллажей имеют ширину 920 мм и глубину 460 или 610 мм. Объединение "Cumberland Corp." предлагает стеллажную "С", предназначенную для использования при комплектовании заказов. "С" обслуживается погрузчиками большой грузоподъемности. Размеры полок стеллажей могут быть увеличены путем использования дополнительных элементов, все полки (за исключением нижней) по мере необходимости могут быть удалены. Выполнена "С" из стальных листов и калиброванных стальных труб, с цинковым покрытием, обеспечивающим длительную эксплуатацию. Компания "Southworth Inc." разработала грузоподъемную платформу лифтового типа, предназначенную для погрузочно-разгрузочных работ с грузами массой до 2250 кг. Высота подъема груза составляет 1525 мм. Платформа имеет уширенную базу для устойчивости конструкции и снабжена ограждениями и поручнями. Фирма "Curtis Instrument & Inc." предлагает прибор управления для аккумуляторных погрузчиков, который имеет сигнальное устройство контроля за запасом энергии, "С" отключения подъема, устройство памяти и счетчик ампер-часов. Автоматическое отключение подъема при недостатке энергии для его выполнения предотвращает износ механизмов, возможность прерывания операции подъема, и воздействия токов двигателя на сварные швы. Фирма "Edgco" выпускает погрузочную платформу, предназначенную для использования в сочетании с вилочными погрузчиками при подборе заказов. Размеры платформы 1030×1580 мм, грузоподъемность 360 кг, масса ~ 100 кг. Компания "General Electrodynamics Corp." предлагает 3 модели портативных гидравлических весоизмерительных устройств. Они предназначены для взвешивания грузов массой до 9 т с точностью $\pm 1\%$. Устройства для работы в любых климатических условиях. Масса каждого из устройства не превышает 23 кг. Фирма "Rubbermaid Commercial Products" выпускает передвижные полиэтиленовые емкости вместимостью от 225 до 450 кг для транспортирования твердых или жидких материалов. Емкости могут использоваться в сочетании с вилочными погрузчиками или без них. К емкостям дополнительно поставляются подвесные крышки, а также кожухи для за-

щиты боковых стенок и днища от воздействия химически активных жидкостей. Фирма "Komatsu Forklift Inc.", поставляет электропогрузчики грузоподъемностью 2,7 т с электронным управлением и системой контроля за состоянием электрических цепей. Погрузчики оснащаются пневматическими или сплошными шинами, имеют усилители рулевого управления. Электронное управление обеспечивает плановое переключение скоростей и изменение направления движения при любой скорости (26).

Среди новых моделей, выставленных в разделе "Погрузочно-разгрузочные работы и складирование", значительное место занимали машины, изготовленные в ФРГ. Фирма "Still" представила модель R 70 — дизельный четырехколесный погрузчик грузоподъемностью 1,5 т. Отличительные особенности этой машины: электрическая трансмиссия в отличие от более распространенных механических, гидродинамических и гидростатических. Привод погрузчика от дизельного двигателя типа Volkswagen Golt мощностью 35 л.с., который соединен непосредственно с валом генератора, питающего через электронный вариатор скорости тяговой электромотор. По сравнению с прежними моделями автопогрузчиков расход горючего уменьшен на 40-60%. Текущее обслуживание также упрощено: приходится заменять лишь подшипники качения (через 20 тыс. ч) и угольные щетки (через 3 тыс. ч). В будущем предполагается увеличить грузоподъемность этих моделей до 2-4 т. Фирма "Jungheinrich" выставила электропогрузчик модели 600, с тремя ведущими колесами, грузоподъемностью 1,25 т. Благодаря оптимальному распределению масс машина отличается повышенным сцеплением с поверхностью грунта. Общая тенденция у фирм-производителей — это максимальное внимание текущему обслуживанию. Это наглядно проявляется у последних моделей фирм "Steinbock" и "Eurolift". На пульт управления внесены световые индикаторы износа щеток генератора; блочная компоновка, особенно электронного оборудования, позволяет значительно упростить и удешевить текущее обслуживание. Другая отличительная особенность: наличие у многих моделей телескопических вилок, которые могут также иметь и боковое расположение. Принцип автоматического ведения транспортных средств по подземному проводнику (магнито-проводу) также представлен на стендах многих фирм. Модель фирмы "Jungheinrich" автоматически транспортирует детали к штабелирующему посту, где робот затаривает их в пластмассовые ящики и укладывает на поддон. Фирма Schott применяет подобные автоматические тягачи на стекольном заводе. Несколько иное применение при-

шила автоматического ведения транспортных средств по магнитопроводу нашли фирмы "Jungheinrich" и "Wagner", которые выпустили полностью автоматизированные межстеллажные штабелеры трехплоскостного действия, транспортирующие груз массой 1 т вдоль проходов и подающие его на высоту до 15 м. Работа и контроль правильности операций осуществляется по команде центральной ЭВМ, которая работает в диалоговом режиме с бортовой микро-ЭВМ и направляет груз в соответствии с закодированными этикетками по сигналам фотоэлементов. Фирма "Wagner" в целях повышения универсальности своих тягачей с платформами, ведомыми по магнитопроводу, создала гибридную машину; во внутренних помещениях она работает от аккумуляторных батарей, а на наружных площадках — приводится от дизельного двигателя, который одновременно подзаряжает аккумулятор. Подобный принцип обеспечивает трехсменную работу транспортной линии. Фирма "Barrett" выпустила как тягачи, так и транспортирующие тележки, ведомые по подземному или по воздушному магнитопроводу (на несущем монорельсе). Аналогичные модели выпускаются фирмами "Schindler-Digitron" и "Demag". Фирма "Kottgen" выпустила штабелер (с оператором на борту), управляемый и ведомый по рельсу — проводнику. Оператор, сидя в кабине штабелера, считывает задание с пульта управления и направляет машину с грузом в нужный проход и к нужному ярусу стеллажа. Вокруг основного массива стеллажей смонтирована главная монорельсовая линия, соединенная с боковыми с помощью поперечных стрелок [27].

2. Погрузочно-разгрузочное оборудование

2.1. Вилочные погрузчики

Современное состояние технологии ПРТС работ в машиностроении характеризуется расширенным использованием средств безрельсового напольного транспорта и в первую очередь погрузчиков. Парк этих машин быстро растет. Так, в отрасли машиностроения для животноводства и кормопроизводства за прошлую пятилетку их количество увеличилось примерно в 1,8 раза. Удельный вес погрузчиков достиг 10,1% в общем парке подъемно-транспортного оборудования. С их помощью на межцеховых и внутрицеховых грузопотоках заводов перерабатывается до 45% (а на некоторых до 77%) грузов.

Ускоренное развитие парка погрузчиков ставит новые проблемы в обеспечении их эффективной эксплуатации. Эти проблемы можно условно разделить на три основные группы: а) связанные с улучшением технических характеристик машин; б) совершенствованием организации их эксплуатации и обслуживания; в) максимальным использованием их функциональных возможностей.

В первой группе, включающей надежность деталей и узлов, электрооборудования, увеличения продолжительности работы электропогрузчиков между подзарядками аккумуляторов, рост скоростей подъема груза и передвижения машины с грузом, обеспечение виброзащиты водителя и груза, следует выделить проблему повышения общего ресурса работы погрузчиков.

Основа решения проблем второй группы заключается в повышении квалификации персонала, занятого эксплуатацией и ремонтом погрузчиков, подъеме уровня технического обслуживания, совершенствовании системы материально-технического обеспечения ремонтной базы, создании и оснащении пунктов диагностики.

Более полное использование технических возможностей машин зависит от оснащенности парка комплектами различных сменных (в том числе навесных) грузозахватных приспособлений, кантователями грузов и устройствами поперечного смещения грузовых кареток. Немаловажное значение имеют вопросы улучшения состояния дорожных покрытий и полов складов, оптимизации маршрутов транспортирования. Сегодня при решении дилеммы — производить погрузку и разгрузку погрузчиками и транспортировку авто- или электротележками либо осуществлять весь этот цикл погрузчиками — предпочтение зачастую отдают последнему варианту с целью сокращения перевалок грузов и численности персонала водителей. При этом нагрузки на поверхности проезжих частей дорог и складов повышаются (погрузчики значительно тяжелее тележек), протяженность таких перемещений увеличивается, достигая 70-100 м у электропогрузчиков и 700-1000 м у автопогрузчиков. В результате интенсивно изнашивается не только дорожное покрытие, но как следствие ускоряются усталостные явления в деталях машин, усиливаются вибровоздействия на транспортируемый груз и водителя, снижаются скорости перемещения. В итоге выигрыш, полученный от использования погрузчиков как транспортных машин, оборачивается преждевременным износом, поломками и списанием погрузчиков, снижением производительности работы. Это, конечно, не говорит

о необходимости полного отказа от использования погрузчиков в качестве транспортных средств хотя бы потому, что задача высвобождения работников, выполняющих ПРТС операции, с каждым годом становится все актуальнее, но необходимо рациональное использование как погрузчиков, так и тягачей и тележек.

Одним из эффективных мероприятий по улучшению эксплуатации погрузчиков следует считать обеспечение плавности хода. Дело в том, что серийно выпускаемые в СССР погрузчики не оборудованы подпрессоривающими устройствами, в результате чего в условиях современной технологии ПРТС работ, кроме снижения надежности, ресурса работы, производительности, сохранности, транспортируемого груза, происходят также трудоустраиваемые повреждения, как деформация направляющих, заедание грузовых кареток при опускании, разрывы шлангов, разгибание вил и др.

По нашему мнению, в погрузчиках (учитывая их конструктивные особенности, касающиеся консольной транспортировки груза и устойчивости) целесообразна локальная амортизация грузоподъемника. Суть его заключается в том, что подвижная масса каретки грузоподъемника подпрессоривается относительно рамы машины. Известно несколько таких схем. В одних случаях вводят упругую связь в месте закрепления гибкого тягового органа полиспаста, в других ставят на упругие опоры весь грузоподъемник. Эти схемы просты, но могут быть применены лишь в машинах очень малой грузоподъемности, поскольку обеспечивают амортизацию только в небольшом диапазоне изменения масс транспортируемых грузов.

Более предпочтительны схемы, в которых упругий элемент в виде воздушной подушки совместно с гидросистемой грузоподъемника образуют гидроневматический амортизатор. Достоинство таких схем в том, что несущие конструкции грузоподъемника закрепляются жестко на ходовой раме, а гашение воздействий дорожного покрытия происходит за счет перемещения плунжера или поршня гидроцилиндра подъема.

Воздушная (газовая) подушка создается в специальной камере, выполняемой внутри гидроцилиндра, и сжимается или разжимается при изменении давления в гидросистеме, за счет чего и компенсируются колебания груза. Безусловно, дальнейшее использование автономного гидроневмоамортизатора, подключаемого к нагревательной полости гидроцилиндра подъема, так как это не вносит существенных изменений в конструкцию погрузчика. Гидроневмоамортизатор располагается в

удобном месте на панели или раме погрузчика и связан с гидроцилиндром, арматурой, которая также играет роль гасителя колебаний. Исследования, проведенные в Могилевском машиностроительном институте на специальном полигоне в натуральных условиях и с помощью математического моделирования, показали высокую эффективность реализации такого предложения.

В результате испытаний электропогрузчиков ЭП-106 и ЭП-103, оснащенных гидроневмоамортизаторами Н5803-50 вместимостью 1 л и давлением зарядки 3 МПа, установлено, что уровень ускорений груза (по сравнению с серийными машинами) снижается в 2-4 раза, а воздействия на сиденье водителя - на 7-40%. Получаемая защита позволяет применять такие погрузчики даже для транспортировки виброактивных грузов третьей группы на достаточно высоких скоростях (более 10 км/ч).

Схема локальной амортизации грузоподъемника внедрена на погрузчиках ЭП-103 и ЭП-106 (грузоподъемностью 1 т) на Могилевском комбинате хлебопродуктов, где с их помощью осуществляют погрузку, разгрузку и транспортировку сыпучих грузов, затаренных в мешки. Благодаря этой системе уменьшены динамические нагрузки на груз и элементы погрузчика, практически исключены случаи расползания пакетов и разрыва мешков, повышена производительность труда. Годовой экономический эффект на одну машину составил примерно 1,5 тыс. руб.

В настоящее время разработана теория локальной амортизации грузоподъемника с помощью гидроневмоамортизаторов, которая позволяет выбрать оптимальную схему и параметры для любого электро- и автопогрузчика. Однако на машинах большой грузоподъемности вследствие нелинейности упругой характеристики гидроневмоамортизатора размах колебаний катки резко увеличивается. Поэтому применение схемы с одним автономным амортизатором приемлемо, если давление в гидроцилиндре при подъеме номинального груза не превышает 7-8 МПа, т.е. преимущественно для погрузчиков грузоподъемностью до 1 т. Гидросистемы с большим давлением следует снабжать дополнительными амортизаторами, подключаемыми параллельно основному, заряженными на меньшее давление. Так гидросистема автопогрузчика модели 4014 грузоподъемностью 4 т была оснащена двумя амортизаторами, один из которых вместимостью 1 л заряжен на первоначальное давление 8 МПа (соответствует 2/3 номинального давления в гидросистеме), а другой такой же емкостью - на давление

2 МПа. В результате этого упругая характеристика амортизирующего устройства обеспечена по всему диапазону изменения давления (от 2 до 16 МПа).

Двухамортизаторное устройство такого типа внедрено Могилевским опытно-экспериментальным заводом средств механизации и автоматизации на автопогрузчике БВ-2705-6 "Балканкар", выполняющем перевозки дальностью 150 м. В результате повысилась производительность труда, существенно снижены динамические нагрузки на элементы конструкции погрузчика и вибровоздействия на водителя, повысилась динамическая устойчивость машины. Полностью исключено явление отрыва заднего моста от земли при подхвате тяжелых грузов, резкой остановке опускающейся каретки и провале больших неровностей, а также "подскоки" груза на вилах.

Оснащения всего отраслевого парка погрузчиков системами локальной амортизации позволит снизить потребность в них с учетом увеличения ресурса работы почти на 10% и получить экономический эффект порядка 170-200 тыс. руб/год [28].

За годы десятой пятилетки предприятиями В.П.О. "Союзэлектротрансмаш" освоено серийное производство ряда новых машин напольного электрифицированного транспорта пониженной металлоемкости, обеспечивающих повышение производительности труда, улучшение условий работы водителей.

В одиннадцатой пятилетке намечен ряд работ по обновлению машин, пользующихся наибольшим спросом.

На Бельском электротехническом заводе в 1980 г. начал серийный выпуск модернизированных трехколесных электропогрузчиков ЭП-0806 грузоподъемностью 800 кг. У них (по сравнению с выпускаемыми ранее ЭП-0801) увеличены энергоемкость аккумуляторной батареи, скорости передвижения с грузом (с 9 до 11 км/ч), скорости подъема (с 0,17 до 0,2 м/с). Предусмотрен вариант с импульсной системой регулирования скорости. Его внедрение улучшило маневренность машин, повысило удобство управления. Импульсная система управления по сравнению с контактной дает экономию электроэнергии и за счет этого увеличивает годовую производительность машины на 4,2%. В новой конструкции уменьшена металлоемкость за счет сокращения числа противовесов и применения более оптимальной компоновки электрооборудования.

Тбилисским производственным объединением "Электровозостроитель" с 1980 г. освоено серийное производство модернизированного электроштабелера ЭШ-188 грузоподъемностью 500 кг для погрузочно-разгрузочных и складских работ в

складах с узкими проходами. Электроштабелер оборудован специальной кареткой поперечного смещения и механизмом поворота грузоподъемника, которые позволяют захватывать груз с фронта и с обеих сторон по ходу машины. За счет совмещения ряда рабочих операций удалось поднять производительность этой машины на 41%, повысить надежность, удобство управления (благодаря применению роликов и направляющих) в узких проходах и снизить металлоемкость.

Отличительной особенностью четырехколесных универсальных электропогрузчиков грузоподъемностью 1-2 т является максимальная унификация всех моделей между собой. Предусмотрена унификация машин этого ряда с автопогрузчиками, создаваемыми Львовским ГСКБ Минавтопрома. Это позволит в значительной мере улучшить обеспечение предприятий запасными частями, так как ряд комплектующих изделий для электропогрузчиков будет выпускаться предприятиями Минавтопрома. Этому будут способствовать сокращение номенклатуры необходимых запасных частей, взаимозаменяемость деталей, узлов и агрегатов.

Основные модели машин этого ряда грузоподъемностью 1; 1,25; 1,6 и 2 т будут иметь большое количество модификаций, что позволит удовлетворить запросы потребителей с самыми разнообразными условиями эксплуатации. Все модели имеют как контакторно-реостатные, так и электронно-импульсные на тиристорах схемы управления приводом передвижения, взаимозаменяемые массивные и пневматические шины. Высота подъема груза доведена до 5,6 м. На электропогрузчиках грузоподъемностью 1,6 и 2 т установлены гидрообъемные усилители рулевого управления. На машинах установлены новые аккумуляторы повышенной емкости. Все это увеличивает их производительность по сравнению с существующими на 20-30%.

В одиннадцатой пятилетке во ВНИИэлектротранспорте планируется проведение научно-исследовательских работ, направленных на дальнейшее повышение эффективности работы машин напольного электротранспорта. Будет разработана система вождения машины, обеспечивающая автоматический выбор маршрута и адресования, а также совместную работу систем управления движением и адресования. Продолжаются работы по обследованию работы машин напольного транспорта и разработке рекомендаций по повышению их надежности. В связи с дефицитом тяговых аккумуляторов признано целесообразным провести научно-исследовательские работы и организовать се-

рийное производство электропогрузчиков с кабельным питанием.

В десятой пятилетке в целях расширения объемов выпуска машин напольного электротранспорта введены мощности на Канашском заводе электропогрузчиков (4,5 тыс. шт.) и Рижском электромашиностроительном заводе по выпуску электрооборудования для машин напольного электротранспорта [29].

Ереванское автомобильное объединение "ЕрАЗ" приступило к производству новых моделей малогабаритных вилочных автопогрузчиков грузоподъемностью 1 и 2 т, которые можно использовать на разгрузке большегрузных контейнеров железнодорожных вагонов, автомобилей и при многоярусном складировании. Дальнейшее развитие конструкций автопогрузчиков предусматривает возможность полного перехода на гидрообъемную передачу механизма подъема груза и для передвижения. Для улучшения обзора с места водителя возможно устанавливать на грузоподъемнике вместо одного 2 гидроцилиндра. Оценивается в перспективе отход от классической конструктивной схемы авто- и электропогрузчиков, т.е. замена грузоподъемника с вертикальной стойкой рычажным грузоподъемником по схеме, принятой для ковшевых погрузчиков [30].

Электропогрузчик новой базовой модели ЭП-0806 с высотой подъема груза 3 м предназначен для использования на открытых площадках и на складах с твердым и ровным дорожным покрытием. Погрузчики этой модели выпускаются в климатическом исполнении. Другие модификации погрузчика этой модели: ЭП-0806 2,3; ЭП-0806 3,3; ЭП-0806 4,5 - отличаются между собой конструкцией грузоподъемника. На электропогрузчики с высотой подъема груза 2,3 и 3,3 м устанавливаются 2-рамные грузоподъемники, с высотой подъема 4,5 м и 3-рамные грузоподъемники. Электропогрузчики могут быть контакторными и с электронно-импульсным управлением [31].

На одном из складов продовольственных товаров ФРГ все внутрискладские транспортные и комплектовочные операции выполняются с использованием электропогрузчиков с индуктивным маршрутослежением фирмы "Wagner". Склад расположен в пролете размерами в плане 250×100 м и подразделяется на зоны: приемки грузов; стеллажное хранилище с 2-ярусными стеллажами для грузов малой и средней оборачиваемости; хранилище с въездными стеллажами; зона складирования грузов большой оборачиваемости в блок-штабелях; зона вытаскивания скомплектованных заказов и экспедиция. Все зоны

связаны в систему, обслуживаемую электропогрузчиками двух типов. Один из них оснащен грузоподъемником с длиной хода 900 мм, что позволяет использовать его в хранилищах в качестве складского штабелера. В исходной точке на вилах погрузчика устанавливают порожний решетчатый поддон на роликах для комплектования заказа. Комплектовщик нажатием на кнопку вызывает погрузчик, который, используя бортовую микро-ЭВМ, по кратчайшему пути прибывает в заданную точку. Комплектовщик с помощью грузоподъемника погрузчика отбирает нужные грузы с обоих ярусов стеллажей и, окончив работу, адресует погрузчик в зону выдачи заказов. Здесь погрузчик заезжает на первую свободную линейку, опускает поддон и возвращается в исходную точку, где ожидает следующий вызов. Для доставки грузов на поддонах с пункта входного контроля в хранилища используются электропогрузчики другого типа [32].

Фирма "Lancet Boss" выпустила новые погрузчики. Фронтальные автопогрузчики серии G в основном предназначены для обработки крупнотоннажных контейнеров и накатных грузов в морских портах. Они могут использоваться также на предприятиях тяжелого машиностроения. Серия охватывает 17 моделей грузоподъемностью 25, 28, 32, 37 и 42 т при расстоянии центра тяжести массы груза от спины вил - 1200 мм. Автопогрузчики выпускаются в четырех модификациях. Модели SN имеют крановое оборудование с жесткими или телескопическими грузозахватами. Наиболее мощная модель способна обрабатывать груженные крупнотоннажные контейнеры массой до 35 т при скорости ветра до 67 км/ч. Универсальные модели SR с вилочным захватом в первую очередь предназначены для внедрения на металлообрабатывающих, бетонных предприятиях и предприятиях тяжелого машиностроения. Модели GP/SN могут работать как с контейнерными захватами, так и с вилкой. Смена грузозахватной оснастки производится в течение нескольких минут. Модели могут иметь 5 различных грузоподъемностей. Имеются 2 модели, рассчитанные на обработку накатных грузов. Грузоподъемность их 25 и 28 т. Они соответствуют требованиям, предъявляемым к машинам такого вида, предназначенным для работы на борту судов. Для работы в межпалубном объеме предлагаются автопогрузчики с особо компактными двух- и трехрамными телескопическими грузоподъемниками. Двигатель и трансмиссия машин серии G отличаются низким уровнем производимого шума. Сервоуправление автопогрузчиков выполнено с исполь-

соединением пневматики. Серии Н, С и В охватывают автопогрузчики грузоподъемностью от 5 т. Серия Н включает 3 фронтальных автопогрузчика грузоподъемностью 5, 6 и 7 т при расстоянии центра тяжести груза от спины вил 600 мм. Грузоподъемник этих машин имеет 2 ступени скорости. Серийного исполнения машины оборудуются 4-цилиндровым дизельным двигателем типа Ford -2712Е. Коробка передач оснащена гидротрансформатором и имеет 2 передние и 2 задних передачи. Серия С включает 4 модели грузоподъемностью от 7 до 10 т. Они оборудуются 6-цилиндровым дизельным двигателем типа Ford -2714Е. Коробка передач с гидротрансформатором имеет 3 передние и 3 задние передачи. Такими же двигателями и коробками передач оснащаются автопогрузчики серии В. 4 стандартные модели серии В обладают грузоподъемностью 12, 14 и 15 т. На автопогрузчиках серии S грузоподъемностью 3,5; 4; 4,5 и 5 т при расстоянии от центра тяжести груза до спины вил 500 мм могут устанавливаться дизели или двигатели, работающие на сжиженном природном газе. Высота подъема груза 4 м. Основным для этих машин является дизель типа Ford 2712 Е с коробкой передач модели Twin Disc 400, имеющей гидротрансформатор, позволяющей получить по 2 скорости переднего и заднего хода, переключаемых сервоприводом. Мощность двигателя и параметры коробки передач позволяют погрузчикам работать с высоким ускорением, а машина грузоподъемностью 5 т может преодолевать подъемы крутизной до 38%. На них применены устройства для ускоренного подъема вилочного захвата и отдельная педаль для регулирования скорости при медленном подходе к грузу или к месту его установки, позволяющая полностью использовать мощность двигателя. Для рулевого управления предусмотрены 2 гидроцилиндра, а для торможения — вакуумно-гидравлическая система, обеспечивающая эффективное замедление машины при небольшом усилии нажатия на педаль тормоза. Конструкция основных узлов машин серии S улучшена и они расположены так, что каждый узел можно демонтировать независимо от другого. Удлиненный период между проведением операций технического обслуживания. Капот погрузчика и стенки отделения, где помещен двигатель, выполнены с применением звукоизоляционных материалов, что позволило снизить уровень шума на месте водителя до 85 дБ при наиболее тяжелых условиях работы. Устанавливаемая на погрузчиках кабина водителя спроектирована

на с учетом требований эргономики и имеет высокую прочность, выдерживая удар груза массой 1800 кг, падающего с высоты 1,5 м [33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42]. На погрузчиках для обслуживания стеллажей устанавливаются телескопические двух- и трехсекционные грузоподъемники, обеспечивающие высоту подъема до 12, но по специальному заказу могут быть применены грузоподъемники для подъема груза на большую высоту. Для установки на погрузчиках разработаны конструкции поворотных кареток вилочных захватов и механизм выдвижения вилочного захвата, а также система индуктивной передачи команд от уложенного в полу провода для дистанционного управления всеми действиями машины [43, 44, 45, 46, 47].

Дан обзор подъемно-транспортного оборудования, производимого в Швейцарии. Фирма "Volvo CA" разработала универсальную подъемно-транспортную машину повышенной проходимости модели BM 4200 грузоподъемностью 5-6 т. Машина оснащена 4-цилиндровым дизелем мощностью 59 л.с., преобразователем вращающего момента с передаточным числом 2,6:1 и 3-ходовой коробкой передач с переключением под нагрузкой. Привод осуществляется на все колеса. Радиус поворота машины 4,26 м. Кабина водителя снабжена обогревом, вентиляцией и аварийным люком в крыше. В течение нескольких минут машина из вилочного погрузчика может быть преобразована в автокран или ковшовый погрузчик.

Разнообразные подъемно-транспортные средства производит фирма "Toyota AG". Вилочные погрузчики фирмы различаются грузоподъемностью (от 500 до 2500 кг), приводом (электрический, дизельный, газобаллонный, бензосмоторный) типом шин, количеством колес, конструкцией грузоподъемника и навесным оборудованием. Из новинок фирмы интерес представляет электроштабелер. Сиденье водителя расположено сбоку. Тягачи этой же фирмы с бензиновым и дизельным двигателем выпускаются с усилием на крюке от 20 до 75 т. Фирма "Arbor AG" производит вилочные погрузчики грузоподъемностью от 0,8 до 6,0 т в количестве более 3 тыс. в год. Из них 2/3 машин оборудованы электроприводом, а остальные - дизельными. Погрузчики поднимают груз на высоту до 6 м. Электродвигатели подъема и передвижения снабжены тиристорным управлением, обеспечивающим хорошую экономичность и высокую маневренность машины. Рулевое управление погрузчиков грузоподъемностью до 1,8 т оснащается гидроусилителем по желанию покупателя, а более 1,8 т - серийно [48].

Фирма "Fevrich Manutention" (Франция) выпустила 2 новых ряда вилочных погрузчиков, отличающихся высоким уровнем унификации в дополнение к уже производимым. Ряд Zeim включает 2 серии, одна из которых оборудована электроприводом, а другая — двигателями внутреннего сгорания. Электропогрузчики грузоподъемностью 1,5; 2; 2,5 и 3 т оснащаются пневматическими, массивными и полупневматическими шинами, грузоподъемностью 4 т — только полупневматическими. Такой же грузоподъемностью производятся и автопогрузчики, оснащаемые дизельным или газобаллонным (работающим на сжиженном газе) двигателем. Шины на автопогрузчиках пневматические или массивные. Дизельный автопогрузчик грузоподъемностью 3 т может оснащаться двойными пневматическими машинами. Автопогрузчики Zeim отличаются повышенной безопасностью, удобными для водителя сиденьем, управлением и хорошей обзорностью. Автопогрузчики оборудуются облегченной кабиной с защитной крышей. Электропогрузчики оснащаются такой кабиной по особому заказу. Для работы в темное время суток погрузчики могут укомплектовываться осветительными приборами. Приборная панель включает кварцевые часы с указателем времени работы машины, указатель уровня тормозной жидкости, указатель уровня топлива, масляный манометр, указатель засоренности воздушного фильтра (для автопогрузчиков). Погрузчики оборудованы гидрорподвеской и гидростатическим управлением. Все узлы и агрегаты, которые необходимо обслуживать, легко доступны. Ряд Proton включает 3-колесные машины с двумя электродвигателями, каждый из которых независимо от другого приводит одно из передних колес. Электропогрузчики отличаются повышенной маневренностью. Управление двигателями электроимпульсное. Электропогрузчики Proton могут работать в очень узких проходах и обладают при этом высокой устойчивостью. Заднее (управляемое) колесо двойное. Максимальная высота электропогрузчика Proton — 2 м, они обладают хорошей круговой обзорностью, крыша не препятствует наблюдению за грузом, находящимся на большой высоте, она выполнена из прочного поликарбоната. Машины оснащены боковыми сталкивателями (49).

Дан обзор вилочных погрузчиков, поставляемых фирмами ФРГ и предназначенных для работы внутри контейнеров с параметрами ISO [51]. Индуктивные проводочные направляющие системы для электропогрузчиков, работающих на скла-

дах с узкими проходами между стеллажами, уже применяют на 500 складских объектах в США. На складе фирмы "Crosby Doors" (Великобритания), где в 6500 ячейках для размещения поддонов могут храниться 250 тыс. дверей, работают 3 электропогрузчика модели Hi-Racker фирмы "Barlow Handling" (Великобритания), оборудованные устройствами Pathfinder фирмы "Logisticon" для взаимодействия с индуктивной проводной направляющей системой. Отклонение погрузчика, работающего без водителя, от осевой линии заглубленного в пол направляющего провода составляет $\pm 12,7$ мм, поэтому увеличение ширины прохода из-за неточности расположения погрузчика не превышает 90 мм. Используемые на складе электропогрузчики модели Hi-Racker могут работать за пределами проходов и поднимать грузы массой 1250 кг на высоту до 7,1 м. Они доставляют поддоны со стеллажей на передаточные станции и в обратном направлении. Между этими станциями и накопительным стеллажом поддоны с грузом доставляются передаточными электротележками модели Transroll с наклоняемым столом, оборудованным приводными роликами для бокового сдвига поддонов. Для разгрузки транспортных средств, доставляющих грузы, используют 3 электропогрузчика фирмы "Hyster" грузоподъемностью 1,8 т, а для погрузки и перемещения поддонов на складе - 3 электропогрузчика фирмы "Hyster" грузоподъемностью 3,6 т, оборудованные ножничным устройством сдвига поддонов [52].

Фирма "Belotti SpA" (Италия) разработала порталный погрузчик B67/71 для штабелирования крупнотоннажных контейнеров, самоходный кран B75 для работы с такими контейнерами и автопогрузчик B80 для перемещения и штабелирования контейнеров. Грузоподъемность крана B75 составляет 60 т и он может устанавливать контейнеры в четырехъярусный штабель. Эта машина длиной 7,7 м и шириной 3,5 м оборудована телескопической стрелой и может перемещаться со скоростью до 30 км/ч. Все ее колеса оборудованы амортизирующими устройствами и выполнены поворотными. Благодаря углу поворота колес 65° , радиус внутренней колес при повороте составляет 2 м, а внешней - 8,5 м [53].

Анализ причин аварий вилочных погрузчиков в ФРГ показывает, что одной из основных причин являются различные механические неисправности. Для улучшения надежности фирмами-изготовителями принят ряд мер, в частности увеличена колесная база, опущен центр тяжести, усовершенствовано управление, увеличен диаметр колес. Кроме того, увеличена высота.

на которой номинальная грузоподъемность не уменьшается. Так у последних моделей машин грузоподъемностью 2 т номинальное значение этого параметра сохраняется при расположении грузозахвата на высоте 5,05 м (по стандарту DIN 15 138 эта высота ограничена 3,3 м), а при высоте 6 м она снижается лишь на 0,3 т. На тяжелых погрузчиках сиденье водителя, как правило, механически или гидравлически амортизировано. Предусматривается также подбор сиденья по фигуре водителя. Большое внимание уделяется обеспечению хорошей обзорности фронта работ. Это нашло отражение в проекте нового стандарта DIN 15 183. Значительно упрощено управление погрузчиками. Производительность новых машин возросла на 16%, что эквивалентно годовой экономии 10 тыс. марок ФРГ. С учетом более высокой стоимости таких погрузчиков их срок окупаемости составляет 2,5 года. В ближайшие годы предполагается снизить уровень шума при работе погрузчиков, энергопотребление. Рассмотрены различные типы грузозахватов, в том числе вилочные телескопические, с боковым выдвижением и др. [54].

Компания "Baker Material Handling Corp." (США) выпустила вилочные электропогрузчики модели BCE грузоподъемностью от 1,35 до 2,7 т, оснащенные полупневматическими шинами. Аккумуляторная батарея погрузчика, имеющего высоту 2,1 м, располагается между передней и задней осями, ниже, чем на других аналогичных машинах. Это обеспечивает погрузчику повышенную устойчивость и упрощает доступ к его узлам для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту. В системе управления погрузчиков использованы кремниевые управляемые вентили, обеспечивающие возможность плавного движения, а также бесступенчатое ускорение при движении вперед и назад, что способствует более экономичному потреблению энергии [55]. В настоящее время специалисты фирмы "Still" (ФРГ) работают над усовершенствованием конструкций вилочных погрузчиков, а особенно над применением электроники. Сообщается, что в последней разработанной фирмой автопогрузчика модели R-70 грузоподъемностью 1,5 т использован дизель-электрический привод с встроенным микропроцессором, который дает до 60% экономии топлива по сравнению с обычными дизельными погрузчиками. Из всех элементов привода, более всего подвержены износу 3 шарикоподшипника, имеющие ресурс 20 тыс. ч. Поэтому затраты средств и труда по техническому обслуживанию и ремонту таких машин сводятся к минимуму. В то же время техни-

ческое обслуживание автопогрузчиков с гидроприводом, включающим множество трущихся изнашивающихся деталей, требует высоких трудозатрат. Контролируемый при помощи электронного устройства двигатель обладает высоким стартовым крутящим моментом, быстрым разгоном и плавной работой при любой скорости. При нормальных условиях редко возникает необходимость в работе тормозов, так как двигатель останавливается при прекращении подачи тока, регулируемой автоматически. Таким образом, увеличивается срок службы тормозов. Одно из основных достоинств конструкции — ее устойчивость [56].

Фирма "Sperry New Holland" выпускает ряд малогабаритных фронтальных погрузчиков с бортовым поворотом мощностью от 16 до 55 кВт и грузоподъемностью от 410 до 930 кг. Погрузчики оборудованы кабиной, жесткий каркас которой обеспечивает защиту машиниста при опрокидывании машины. Система безопасности предусматривает устройство, отключающее гидросистему, а также стопор, фиксирующий стрелу в верхнем положении для безопасного обслуживания двигательного отсека [57].

По данным фирмы "Hyster" (США), в 1975 г. из общего числа проданных электропогрузчиков 34% имели пневматические шины, а в 1979 г. — 47%. Первоначально эта фирма применила пневматические шины на 3-колесных погрузчиках грузоподъемностью 0,9 — 1,6 т, а теперь использует их на 4-колесных, имеющих грузоподъемность 1,8 — 2,7 т. На машинах грузоподъемностью до 2,3 т управляемая ось имеет поворотные колеса диаметром 460 мм, а на погрузчиках грузоподъемностью 2,3 — 2,7 т — диаметром 560 мм. На этих погрузчиках применена система управления типа Monotrol с одной педалью для выбора направления движения и регулирования скорости и с одной рукояткой управления подъемом и наклоном рамы грузоподъемника. В системе управления использован тиристорный блок EV-1B, изготавливаемый фирмой "General Electric" (США), для которого предусмотрен переносный диагностический прибор — анализатор. Особенностью этих машин является применение двохвостного гидронасоса, секции которого вступают в работу последовательно. Для нормальной работы механизмов погрузчика с невысокой скоростью достаточно одной секции насоса, а для увеличения скорости подъема до максимальной в действие вводится вторая секция, помогающая первой, имеющей меньшую производительность. Такая работа гидронасоса позволяет экономнее расходовать

энергию аккумуляторной батареи. На машинах могут устанавливаться 2- и 3-секционные грузоподъемники для разных высот подъема грузов на складах [58].

Фирма "Set Equipment & Tools" (США) выпустила новую серию автопогрузчиков грузоподъемностью 1814-3175 кг. Погрузчик 4-опорный, передние ходовые колеса приводные и поворотные, а задние колеса не приводные и неповоротные. Все колеса с пневматическими шинами и установлены на конических роликовых подшипниках. Рама шасси выполнена из высокопрочной листовой стали. Стойки защитного козырька приварены к раме шасси, образуя жесткую пространственную конструкцию. Двигатель установлен на специальных крюках, облегчающих съем его при ремонте и техническом обслуживании. Двигатели типа Mazda работают на сжиженном газе, а двигатели типа Nissan на дизельном топливе. Гидроцилиндры имеют хромированные штоки и износостойкие уплотнительные элементы. Трансмиссия 2-скоростная с постоянным сцеплением зубчатых колес. Тормоза ходовых колес механические с гидравлическим замыканием. Рама грузоподъемника 2-секционная телескопическая. Сиденье водителя регулируемое по высоте и поворотное [59].

На предприятии фирмы "CML Corp." (США) стальные балки шириной 305 мм и длиной до 10,7 м прежде доставлялись со склада к технологическому оборудованию обычными вилочными погрузчиками. Для этого такие балки транспортировали в положении, когда они были подняты на высоту примерно 6 м, чтобы не задеть станочное оборудование. На время перевозки балки обслуживающий персонал прекращал работу и покидал цех. Для устранения этих перерывов в работе приобретены 2 погрузчика фирмы "Drexel Industries" (США) с грузоподъемниками, поворачивающимися на угол 90°. Такой погрузчик может перевозить балки в положении, при котором они параллельны направлению его движения. Для работы погрузчиков теперь достаточен проход шириной 1,83 м. Эти погрузчики обслуживают также склад размером 18 × 50 м, имеющий стеллажи высотой 4,9 м и проходы шириной 3 м и склад размером 55 × 73 м. Кроме того, они используются для погрузки и разгрузки автотранспортных средств и как обычные машины для работы с поддонами [60].

Фирма "Saxby" (Великобритания) разработала вилочный погрузчик модели 20, отличающийся повышенной маневренностью. Имея общую длину 1830 мм и ширину 890 мм, погрузчик может разворачиваться на угол 180° внутри контей-

нера или грузового лифта. Грузоподъемность погрузчика равна 500 кг [61].

Автопогрузчики грузоподъемностью 1,36 - 2,72 т выпускаются фирмой Caterpillar Lift Truck (США) с карбюраторным двигателем типа Caterpillar 1404, устанавливаемым на машины моделей от V30С до V50С, или с дизелем, который применяют на моделях V55В и V60В. На этих погрузчиках применяются гидростатическая или гидромеханическая передачи [62].

Например, автопогрузчик модели 50С этой фирмы оснащен карбюраторным (или работающим на сжиженном газе) 4-цилиндровым двигателем типа 1404, имеющим общий рабочий объем цилиндров 2,7 л. Максимальная скорость этой машины 19,8 км/ч, ее масса 4,2 т, грузоподъемность 2,5 т при расстоянии 500 мм от центра тяжести груза до спины вил или 1,35 т при этом расстоянии - 1200 мм. В зависимости от конструкции грузоподъемника скорость подъема груза может изменяться от 0,36 до 0,45 м/с. Длина машины 2,53 м [63].

Вилочные автопогрузчики модели С60 могут оснащаться механической или гидростатической трансмиссией, а также коробкой передач с переключением ступеней с помощью сервопривода, что обеспечивает плавное ускорение при движении вперед или назад. При скорости до 8 км/ч изменение направления движения осуществляется без использования ножных тормозов. По требованию заказчика коробка передач может оснащаться ножным или ручным управлением. Обе системы управления исключают возможность запуска двигателя погрузчика при включенном сцеплении. Электропогрузчик грузоподъемностью 0,7 т фирмы Stone (США) предназначен для работы с тюками шерсти и имеет соответствующее оборудование. Особенности машины являются двойные колеса и наличие расположенных за приводным колесом четырех подпружиненных опорных роликов, обеспечивающих равномерную нагрузку на все колеса, что существенно при работе на деревянных полах. Максимальная скорость погрузчика 14,4 км/ч. Эта фирма выпускает также электропогрузчики грузоподъемностью 2 т с выдвижным вилочным захватом, имеющие высоту подъема груза 6,86 м и предназначенные для работы на складах с узкими проходами между стеллажами. Электропогрузчики Foer 14 и Foer 9/20 фирмы "Laansing Bagnall" (Великобритания) поставляются в Австралию. Первый из них является обычной машиной для тяжелых условий работы и опирается на колеса с

пневмоцилиндрами, а второй грузоподъемностью 2 т при расстоянии от центра тяжести груза до спины вил 500 мм, оборудован выдвижным вилочным захватом. Автопогрузчики грузоподъемностью 1,75 - 3 т с колесами на сплошных шинах и грузоподъемностью на пневмошинах, поставляет фирма "Toyota" (Япония). Эти машины могут быть оборудованы дизельным или различными карбюраторными двигателями и выполнены с централизованной гидросистемой и унифицированными сервоприводами в системах рулевого управления, тормозной и включения муфты сцепления. Автопогрузчики имеют грузоподъемники, обеспечивающие хороший обзор с места водителя [63,64].

Фирма "Pologan Ltd." (Великобритания), использует вилочный электропогрузчик модели Laaking Bagnall Foer 9/4000 грузоподъемностью 2 т. Эта машина перестроена по специальным требованиям исходя из условий работы на предприятии, выпускающем полиэтиленовую пленку. На погрузчике до перестройки имелись электронные устройства управления электродвигателями, приводы колес и гидронасоса и телескопическая мачта высотой 3,66 м. Затраты на перестройку погрузчика составили лишь 50% стоимости новой машины [65].

Фирма "Clark Equipment Co." (США) выпустила электропогрузчики серий ЕСА (со сплошными шинами) и ЕРА (с пневматическими шинами), конструкция которых усовершенствована для снижения трудоемкости обслуживания и ремонта. Эти машины оборудованы встроенными системами диагностики неисправностей и могут работать с аккумуляторными батареями на 36 и 48 в. Усовершенствованы шеткодержатели электродвигателей привода колес, что позволяет затрачивать на их ремонт не 2-3 ч, а только 0,5 ч. Крышка аккумуляторной батареи выполнена цельной и перемещается вверх и вниз на роликах по направляющим. Ее теперь нельзя снять и потерять. Срок службы дисковых тормозов, которые имеют закрытую конструкцию и работают в масле, увеличен в 5 раз. В дополнении к ним предусмотрен рекуперативный тормоз, обеспечивающий возврат батареи части энергии. Он дополнен устройствами, измеряющими срок службы электродвигателя привода колеса. Для регулирования напряжения на электродвигателе гидронасоса применено тиристорное управление, что позволяет уменьшить расход энергии батареи. Такие машины выпускаются грузоподъемностью 1,75 т, а также 2-3 т [66].

Австралийский филиал фирмы "Laaking Bagnall" (Великобритания) выпустил автопогрузчики серии LIFTCO с дизельными и бензиновыми двигателями, предназначенные для рабо-

ты на открытых площадках. Кроме того, выпускаются погрузчики с двигателями, работающими на сжиженном природном газе и на двух видах топлива. Все эти машины имеют грузоподъемность 1-3,5 т и оборудованы усилителем рулевого управления. Электропогрузчики FOER15 грузоподъемностью 1,5 т с электронной системой управления Hytron IV более экономичны и безопасны, а также менее трудоемки для ремонта и технического обслуживания по сравнению с выпускавшимися прежде. Они более компактны, имеют меньше деталей, оборудованы системой контроля состояния электрических цепей и гидростатическим приводом в системе рулевого управления. Для работы в узких проходах между стеллажами предназначен электропогрузчик FRER 9 с выдвижным вилочным захватом. Эти машины имеют систему управления Hytron IV и гидростатический привод в системе рулевого управления. При установке на электропогрузчиках разных мачт по высоте подъема грузовых рам грузоподъемность их составляет 1,5 - 2 т. Максимальная высота подъема 8,9 м. Особенность этих погрузчиков - приводные колеса со встроенными электродвигателями. Выпускаются также электромобили для перевозки людей и легких грузов на предприятиях и складах, передвижные подъемные платформы с электроприводом, получающим питание от аккумуляторной батареи [67].

Компания Komatsu Forklift (США) поставляет вилочные автопогрузчики для тяжелого режима работы грузоподъемностью 4989,5; 5997,4 кг с дизельным двигателем с непосредственным впрыском топлива. Выпускаются модели с двигателями, работающими на сжиженном газе. Погрузчики оборудованы тактовым очистителем воздуха и индикатором запыленности. Двухскоростная коробка передач с гидротрансформатором обеспечивает плавное перемещение автопогрузчика. Низкий центр тяжести обеспечивает устойчивость при большой высоте подъема груза. Кроме того, на погрузчике установлен гидронасос, встроенный в сервосистему рулевого управления, удобные рычаги и приборы управления [68].

Наряду с автопогрузчиками выпускаются электропогрузчики, например, на модели грузоподъемностью 1,36 т применена система привода движения заднего колеса и его поворота (рулевое управление), потребляющая меньше энергии от аккумуляторной батареи, чем у обычных машин. Высота подъема груза составляет 3 м. Машина имеет низкое расположение центра тяжести, что повышает ее устойчивость. Радиус поворота по колес наружных колес 1,44 м. На электропогрузчике

применена наклоняемая рулевая колонка, конструкция основных узлов предусматривает снижение трудоемкости ремонта и технического обслуживания [69].

Рассмотрены конструктивные особенности электропогрузчика типа Rotareach фирмы "Narrow Aisle" (Великобритания), в которых гидропривод применен только для механизма подъема, а остальные устройства имеют электропривод. Компактность погрузчиков достигнута применением полупортальной конструкции рамы, передающей нагрузки на опорные колеса. Каретка грузоподъемника электропогрузчиков оборудована механизмом поворота вилочного захвата на угол 180° в горизонтальной плоскости. Высота подъема в зависимости от выбранной конструкции мачты может достигать 8 м. Расстояние между вилами длиной от 800 до 1200 мм может регулироваться от 200 до 700 мм. Эти электропогрузчики могут работать в проходах шириной лишь на 50 мм больше, чем ширина машины. При использовании этих машин ширину проходов между стеллажами можно выбирать только на 440 мм больше, чем соответствующий размер поддона [70].

Фирма "Polymathic Engineering" (Великобритания) дополнила семейство электропогрузчиков типа Coalie машиной серии 10 000 грузоподъемностью 1 т. Аккумуляторная батарея электропогрузчика питает только электродвигатель механизма подъема вилочного захвата, а перемещение машины, опирающейся на нейлоновые колеса, осуществляется вручную. Погрузчики новой серии выпускаются двух модификаций — для работы с поддонами и для штабелирования грузов и обслуживания стеллажей. Высота подъема груза электропогрузчиками разных моделей составляет 1,5; 2 и 3 м, причем машины с наибольшей высотой подъема имеют телескопические грузоподъемники. Вилы погрузчика имеют длину 1 м, на них смонтированы колеса небольшого диаметра для взаимодействия с направляющими устройствами, которыми могут быть оборудованы проходы между стеллажами. Электропривод передвижения предусматривается на машинах, планируемых к выпуску в перспективе [71].

2.2. Краны

Фирма "Хитати сейсакую" разработала и выпустила новый кран для перегрузки контейнеров, положив этим самым начало выпуска нового типажа контейнерных кранов. Новый кран грузоподъемностью 31,5 т имеет расстояние между опорами,

равное 15 м. Ходовые тележки крана перемещаются по железнодорожным рельсам. Максимальный передний вылет стрелы 35 м, задний — 15 м. Стрела представляет собой ферму, снизу которой перемещается кабина машиниста и тележка со стабилизирующим от раскачивания грузозахватным механизмом, причем, через 5 сек после остановки тележки амплитуда раскачивания груза составляет менее 5 см. Максимальная высота подъема груза над уровнем головки рельса достигает 23 м, опускания груза ниже уровня головки рельса — 21 м. Ферма, кроме крепления ее к опорам, удерживается также задними и передними растяжками и мачтовыми опорами. На скошенных балках задней части фермы смонтировано машинное отделение с тяговыми лебедками, обеспечивающими скорость подъема груза 45 и 110 м/мин, горизонтального перемещения — 150 м/мин. Полное время на перемещение груза от момента захвата до постановки на новое место занимает 5 мин. Скорость перемещения самого крана составляет 45 м/мин [72].

Компания "Krupp" (ФРГ) выпустила новый автомобильный кран с телескопической стрелой грузоподъемностью 220 т при радиусе ее поворота 4 м. Четырехсекционная стрела крана имеет максимальную длину 97,5 м (в сочетании с "гуськом" длиной 14 м). Гидравлическое телескопирование первой и второй секций стрелы может осуществляться под нагрузкой. Гидравлические цилиндры, с помощью которых изменяется вылет стрелы, установлены так, что "гусек" в его нерабочем положении может располагаться вдоль стрелы. Максимальная скорость движения крана 65 км/ч. Он может преодолевать уклоны до 32%, радиус его поворота 16,5 м [73].

В октябре 1981 г. в Италии состоялись 2 выставки подъемных кранов, на которых было представлено много моделей самоходных автомобильных и башенных кранов. Подавляющее большинство автокранов, представленных на выставках, были оснащены телескопическими стрелами. Компания "Ormig" представила на выставке 5-осный автокран грузоподъемностью до 75 т, оснащенный 4-секционной телескопической стрелой длиной до 43 м, способной поворачиваться на угол 360°. С помощью "гуська" длина стрелы может быть увеличена до 68 м. Компания "Rigo" продемонстрировала 2 модели автокранов RGT 3844 и RGT 6575 грузоподъемностью соответственно 38 и 65 т. Высота под крюком у этих кранов составляет 32–48 м у модели RGT 3844 и 43–59 м — у модели RGT 6575. Компания "Trojsi" представ-

шла на выставке 4-осный автокран грузоподъемностью 60 т, отличительной особенностью которого является 2-ступенчатое шасси. Передняя более низкая часть шасси обеспечивает низкое расположение кабины водителя. Задняя часть шасси, несущая поворотную конструкцию крана, поднята над уровнем земли на 5 м. Компания "Fergry" продемонстрировала 2 модели башенных кранов - Dany 616 и AF 825, способных поднимать соответственно 600 и 800 кг при радиусе поворота 16 и 25 м. Высота под крюком у этих моделей составляет 16 и 18 м. Компания Benedini выпускает башенные краны моделей 750.22, 600.24, 800.25, 800.28 и 1200.40 первая цифра означает максимальную грузоподъемность в килограммах, а вторая - вылет стрелы в метрах. Компания Sielgry представила на выставке башенный кран модели SG 1906 максимальной грузоподъемностью 1,2 т при радиусе поворота 10 м. При радиусе поворота 19 м грузоподъемность крана составляет 600 кг. С помощью гуська высота под крюком крана может быть доведена до 20,5 м. [74].

Фирма Krupp Industrie- und Stahlbau Kranbau Wilhelmshaven (ФРГ) изготовила автомобильный кран GMT 220 грузоподъемностью 220 т. Длина телескопической стрелы в раздвинутом состоянии 32 м. Кран применен на строительстве автомобильного моста для перемещения несущих балок единичной массой 49,5 т. При этом кран снимал балки с низкорамного авто-транспортёра и укладывал их на мостовые опоры. Перемещение балок производилось с вылетом стрелы до 15 м. Кран смонтирован на 8-осном шасси. Использование обычного мачтово-стрелового крана оказалось невозможным из-за недостатка места для его размещения. Рассмотрены особенности устройства автокрана, а также меры, предпринимаемые при его движении по автодорогам (75)

Стандартным типом оборудования, выпускаемого фирмой ICAM-STANL является двухбалочный мостовой кран пролетом 16 м грузоподъемностью 5 т и электростали, перемещающиеся по монорельсу грузоподъемностью от 0,63 до 40 т. Внедрение в течение последних лет крановой тележки с двухбарабанной лебедкой грузоподъемностью 12 т (скорость перемещения - 50 м/мин, скорость подъема груза - 70 м/мин) позволило создать мостовой кран грузоподъемностью 10 т пролетом 28 м со стандартной схемой компоновки. Применение легких сплавов позволило значительно понизить отношение "стоимость/масса". Большое внимание фирма уделяет послепродажному сервису клиентов с помощью создания пери-

ферийных складов запасных частей и расходных материалов и разветвленной сети агентов-механиков. Обслуживание ведется в течение 10 лет после продажи оборудования. Все выпускаемое фирмой оборудование отвечает требованиям FEM (Европейской федерации погрузочно-разгрузочного оборудования) и национальных норм C.N.R. № 10021-73 [76].

Описывается проектируемый козловой кран грузоподъемностью 80 т. Пролетное строение крана состоит из двух несущих сварных коробчатых балок, рассчитанных на горизонтальные, вертикальные и скручивающие усилия. По верхней стенке каждой балки уложен брус квадратного поперечного сечения, служащий для перемещения грузовой тележки. На концах этого пути предусмотрены ограничители. С боковой стороны крана предусмотрена служебная галерея с перилами и нескольким полом. Пролетное строение крана опирается на 2 опоры, выполненные из коробчатых сварных профилей, в которых размещены механизмы передвижения. Грузовая тележка типа МЕС, серийного производства, снабжена тормозом клещевого типа с электрогидравлическим приводом. Грузоподъемный механизм приводится 3-фазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым якорем. Ходовые колеса крана — стальные, 2-реборные и вращаются в подшипниках скольжения. Они приводятся от мотор-редуктора. Грузовой крюк изготавливается из ковкой стали и хвостовик его вращается в подшипнике. Грузоподъемный канат прикреплен к барабану с помощью специальных винтовых зажимов во избежание обрыва. Канатный блок вращается в подшипнике скольжения, укрепленном в стальной обойме. Все механизмы оборудованы тормозами и конечными выключателями. Ходовые колеса снабжены дисковыми тормозами с электромагнитным приводом. Электроаппаратура и приборы управления заключены в металлические шкафы, причем управление производится на пониженном напряжении в 110 В. Предусмотрены главный линейный прерыватель, контакторы и реле, обеспечивающие полуавтоматический режим работы крана; защитные выключатели, понижительный трансформатор 240/110 В. Кабина оператора панорамного типа размещена сбоку моста и обеспечивает хороший обзор рабочей площадки [77].

В Лондонском порту начали использовать кран грузоподъемностью 40 т типа В75, предназначенный для переработки крупнотоннажных контейнеров типа 1С, 1В и 1АИСО длиной 6,9 и 12 м. Кран оборудован дизельным двигателем мощностью 147 кВт. Телескопическая стрела крана оснащена захва-

том, имеющим возможность поворота в пределах 120° и наклона с каждой боковой стороны на 800 мм, что обеспечивает его самовыравнивание при переработке контейнеров с неравномерным распределением в нем массы груза. Кран может штабелировать контейнеры в 4 яруса, и перерабатывать контейнеры длиной по 12 м в проходах шириной 8,5 м. Кран оборудован двумя независимыми подрессоренными мостами с управляемыми колесами, что обеспечивает его повышенную устойчивость при работе на неровной местности. При полной нагрузке он может работать на уклонах 10% [78].

Компания JCB Materials Handling Ltd представила первый моноблочный стреловый подъемник модели JCB 520 M Loadall грузоподъемностью 2,5 т, высотой подъема до 3,6 м. Он выпускается в 2- и 4-колесном исполнении и снабжается рядом сменных приспособлений и высокой мачтой грузоподъемностью 2 т, обеспечивающей подъем на высоту 5,4 м. Необходимые включения обеспечиваются с помощью рычажного механизма.

На заводе по ремонту железнодорожного подвижного состава в Бремене (ФРГ) эксплуатируют мостовой кран Demag ZKKW с колесей 23 м, оборудованный двумя крановыми тележками грузоподъемностью каждая 25 т. Кран в основном используют для транспортирования ремонтируемых или вновь собираемых локомотивов. На заводе фирмы Conti в Ганновере (ФРГ), специализирующейся на производстве пенопластов, для перемещения пенопластовых блоков длиной 60 м применена кранбалка длиной 67,5 м. Использование ее оказалось наиболее рациональным решением вследствие относительно малой массы переносимых блоков (3-5 т). Балка подвешена в семи точках и оснащена двумя электротельферами типа P 1032 P 2 N 4/1 J 10. Скорости перемещения кранбалки 8/32,5 м/мин. Кран-балка с колесей 9,4 м грузоподъемностью 2,5 т обслуживает машинный зал длиной 15 м водонасосной станции в Занделерменсе (ФРГ). Кран используют при замене, монтаже и ремонте оборудования насосной станции. На заводе по производству космической техники в Бремене внедрено 2 радиоуправляемых мостовых крана ZKKE с колесей 24 м и грузоподъемностью 10 т. Все 3 типа рассмотренных кранов производит фирма "Mannesmann Demag Fördertechnik" (ФРГ). На сталеплавильном заводе в Швейцарии работает порталный кран фирмы "Dytan Stahl und Maschinenbau". Его масса 72 т, колес 25,5, максимальная высота подъема крюка 8 м, грузоподъемность магнитных захватов 12,5 т. Рабо-

чие скорости: подъема 15 м/мин, передвижение крановой тележки 40 м/мин, передвижение крана 100 м/мин, поворота груза 1/0,25 об/мин. Фирма Robert Achi AG (Швейцария) освоила производство башенных кранов нового поколения из 5 моделей от WKK62SL максимальной грузоподъемностью 4 тс, вылетом до 40 м, максимальным нагрузочным моментом 660 кНм до WK262SL максимальной грузоподъемностью 16 тс, вылетом до 70 м и максимальным нагрузочным моментом 3250 кНм (79).

В последние годы наблюдается тенденция к все более широкому использованию универсальных портовых кранов. Это объясняется тем, что во многих портах стремятся создать условия для переработки контейнеров как на специализированных, так и на обычных грузовых причалах. Кроме того, на современной стадии развития подобной техники универсальные краны могут в определенных условиях конкурировать по своей производительности со специально предназначенными для переработки контейнеров, и другим специализированным оборудованием. Примером универсальных кранов могут служить 2 смонтированных в порту Амстердам кранов грузоподъемностью по 30 т, каждый из которых может перерабатывать до 120 т обычных грузов за смену, или до 15 контейнеров в 1 ч. При переработке контейнеров подобный кран дополнительно оснащается полуавтоматическим спредером (80).

Фирма "GS Industries" (США) разработала передвижной кран, смонтированный на самоходном шасси. Он может поднимать груз массой до 8,6 т при вылете стрелы 3 м и до 5,5 т при вылете стрелы 4,8 м. При установке на полуприцепе кран может перемещаться с помощью собственного двигателя вдоль всей платформы полуприцепа. При грузоподъемных операциях кран жестко фиксируется на платформе полуприцепа, но в то же время его можно быстро перемещать на другое транспортное средство (81).

На складе одного из металлообрабатывающих предприятий ФРГ прутки длиной до 6 м складываются в кассетах шириной 700 мм и высотой 100 и 200 мм, а стальной лист в пакетах высотой 120 и 190 мм на металлических поддонах размерами 3×1,5 м и 2×1. В соответствии с этим стеллажный блок разделен по длине на 3 участка. На одном размещаются 275 кассет, в том числе 66 кассет высотой 200 мм, на другом — 149 поддонов с листом 2×1 м, на третьем — 119 поддонов с листом 3×1,5 м. Все ячейки снабжены полозьями из пластмассы с малым коэффициентом трения для

облегчения установки и извлечения груза. Нижние ряды ячеек снабжены встроенными тележками, на которых грузы доставляются в адресные точки. Все грузы на складе перерабатывает кран-штабелер фирмы *Mehne* грузоподъемностью 3 т. Управление краном ведется из низкорасположенной кабины. Грузовая платформа рассчитана на грузоединицы трех типоразмеров (82).

Фирма "*Ceroile Spa*" (Италия) поставляет итальянским предприятиям автокраны трех моделей, выпускаемых фирмой "*Grove*" (Великобритания). Модель *TM 875 E* грузоподъемностью 75 т имеет 4-секционную стрелу с максимальной длиной 36,6 м. С помощью "гуська" длиной 9,8 м высота подъема крюка крана над уровнем земли может быть увеличена до 46,3 м. Кроме того, при использовании решетчатых вставок длиной по 4,3 м длина "гуська" может быть соответственно увеличена до 14,0; 18,3; 22,6 и 26,8 м, в результате чего высота подъема крюка крана может быть доведена до 61,5 м над уровнем земли. Автокран модели *TM 865 I* имеет грузоподъемность 65 т. Его длина равна 13,73 м, а ширина — 2,5 м. Телескопическая 4-секционная стрела крана имеет максимальную длину 34,7 м. При использовании "гуська" длиной 9,8 м длина стрелы может быть увеличена до 44,5 м. Кроме того, с помощью решетчатых вставок длиной по 4,3 м длина "гуська" может быть увеличена до 18,3; 22,6 и 26,8 м, что обеспечивает максимальную высоту подъема крюка 61,5 м. Автокран модели *AT 630 I* оснащен двумя кабинами и приводится в действие 6-цилиндровым дизельным двигателем модели *Fiat 8360*, развивающим мощность 123 кВт при 2600 об/мин [83].

2.3. Прочее оборудование

В Харьковском институте инженеров железнодорожного транспорта им. С.М. Кирова создана конструкция опрокидывателя для крытых вагонов, работающего на принципе использования гравитационной силы.

Вагоноопрокидыватель состоит из моста, на котором при помощи зажимов крепят вагон, и двух вмонтированных в мост горизонтальных осей поворота, опирающихся на подшипники со сдвинутыми крышками. В центре под мостом установлен гидродоъемник с шаровыми опорами. Опрокидыватель оборудован лебедкой и натяжателем. Особенностью конструкции

является то, что оси поворота опрокидывателя развернуты относительно горизонтальной прямой, параллельной торцевой стенке кузова вагона на угол $23-25^\circ$ (его величина выбрана из соображения нормального истечения груза и устойчивости вагона). Благодаря такому расположению осей сыпучий груз направляется к открытому дверному проему, через который поступает в приемный бункер.

Работает опрокидыватель следующим образом. Вагон вкатывают на мост и фиксируют за автосцепные аппараты находящимися из прямиков зажимными устройствами. После этого лебедкой открывают дверь и штиштожимателем убирают шит. Затем на подшипниках правой оси поворота сдвигают крышки, открывая их сверху. Начинается разгрузка: усилием гидropодъемника мост с вагоном поворачивается вокруг левой, закрытой сверху оси; при этом груз, перемещаясь по наклонной плоскости пола вагона, устремляется вниз — перпендикулярно оси поворота и сразу или после движения вдоль боковой стенки попадает в открытую дверь. После этого мост с вагоном опускается, подшипники на правой оси закрываются и открываются на левой — опрокидыватель готов для поворота вокруг правой оси. Для полной разгрузки достаточно трех опрокидывателей — первое (налево) на угол 20° , два последующих (направо и налево) — на $40-42^\circ$.

По предварительным подсчетам и на основании проведенных на модели опытов установлено, что такая разгрузка вагона по сравнению с другими, обеспечивает значительно большую производительность (для зерновых культур $300-350 \text{ т/ч}$) [84].

Московский межреспубликанский винодельческий завод является одним из крупнейших предприятий винодельческой промышленности в Европе. Его проектная мощность 131 млн. л (13,1 млн. дал) в год. На предприятии начата работа по созданию манипуляторов, заменяющих ручной труд при формировании пакетов. Завод полностью перейдет на пакетный способ отгрузки и транспортировки готовых изделий и порожней посуды.

Совместно с ЦПКБ Минавтотранса РСФСР заводом разработана технологическая документация и изготовлены 5 типов размеров автомобилей-пакетовозов. Наиболее приемлемыми модификациями оказались модели А-475М на 12 пакетов и А-244 на 6 пакетов. Они предназначены для перевозки винопродукции, безалкогольных напитков, водочных изделий и пива в ящиках, сформированных в пакеты на поддонах размером $1000 \times 850 \times 150 \text{ мм}$.

Кузов пакетовоза с боковых сторон имеет по три дверных проема с раздвижными дверями и задний дверной проем с распашными дверями. Боковые двери подвешены на роликах, которые перемещаются по направляющим, закрепленным в каркасе крыши. Горизонтальные ролики в нижней части двери перекатываются по специальным направляющим. Средняя дверь смещена внутрь кузова и подвешена на отдельной направляющей. Запорное устройство, закрепленное на крайней двери, служит для запирания всех дверей одного борта. Каркас кузова сварной, а его обшивка выполнена из алюминиевого листа.

В каждой дверной проем с помощью вилочного погрузчика подмют по два пакета, для правильного размещения которых на полу фургона имеются направляющие. Механизм фиксации пакетов внутри кузова управляется вручную через дверной проем и фиксирует одновременно 4 пакета, расположенные в одной секции.

Использование таких пакетовозов позволило значительно сократить ручной труд (условно высвобождено 65 грузчиков) и в 4-5 раз время грузообработки, снизить до минимума трудозатраты, увеличить уровень механизации на заводе до 90,6%, и довести объем перевозимой продукции в пакетированном виде до 70% от общего (85).

На плодоовощных базах процессы выгрузки и первичной обработки картофеля и других корнеплодов являются наиболее трудоемкими. В период заготовок на каждой базе трудятся вручную 300-500 чел.

На плодоовощной базе Курганского Горплодоовощторга за годы девятой и десятой пятилеток практически механизированы все погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы.

Механизированная линия разгрузки, предварительной обработки и закладки на хранение картофеля и корнеплодов, поступающих навалом, состоит из: автомобильных 60-тонных весов, опрокидывателя модели ABC-50M, секционного бункера, ленточного питателя, роликового конвейера, бункера-допитателя, конвейера ТЗК-30, бункера для затаривания контейнеров, электропогрузчика, конвейеров, контейнероопрокидывателя, переборочной и фасовочной машины, вентиляторов, воздухопроводов и др. Картофель можно хранить в контейнерах с охлаждением и в закромах навалом без охлаждения.

Установа для выгрузки картофеля и других корнеплодов из автомобильного подвижного состава оборудована опрокиды-

вающейся платформой грузоподъемностью 100 т, длиной 28 м с механическим приводом. Угол наклона платформы 32° . Продолжительность разгрузки автопоезда около 3 мин. Сменная производительность установки 1000 т. Ее обслуживают 5 рабочих. Для лучшей сохранности клубней картофеля приемные бункера обрешены и оснащены амортизаторами.

Установка грузоподъемностью 15–30 т для выгрузки картофеля из большегрузных автомобилей и полуприцепов состоит из платформы-опрокидывателя длиной 9–11 м типа ГУАР-15-30 с гидроприводом; приемного бункера вместимостью 8 м^3 с разводящими гидравлическими трапами для проезда; ленточного питателя длиной 5 м; роликового конвейера для отделения земли, примесей и клубней (до 20 мм), инспекционного стола; бункера для затаривания контейнеров. Обслуживают установку 3 чел.

Установка грузоподъемностью 30 т с гидроприводом для механизированной выгрузки корнеплодов из грузовых автомобилей любой марки с одним двухосным прицепом разработана и изготовлена Горплодошторгом с участием ряда промышленных предприятий города. Вместимость двух бункеров этой установки 32 т. Длина платформы опрокидывателя 16 м, угол ее наклона 30° . Установка обеспечивает одновременное затаривание 28 контейнеров.

Передвижная механизированная линия предназначена для выгрузки корнеплодов из автомобилей малой грузоподъемности ГАЗ-51 (52, 53). Длина платформы опрокидывателя типа ГУАР-9 равна 5 м, а грузоподъемность 9 т. Линия включает разгрузчик картофеля модели ТЗК-30, обрешенный внутри; пятисекционный бункер, оборудованный защитными амортизаторами. Общая степень механизации ПРТС работ на базе составляет на выгрузке картофеля из автомобилей 96%; на выгрузке корнеплодов – 92%; на их переборке и подработке 80%, на переработке и засолке овощей 86%, на фасовке картофеля 70% и фасовке лука 90%, [86].

Агрегат для грузовых операций с картофелем разработан Пятигорским специализированным производственным комбинатом по торговой технике агрегат АРП предназначен для разгрузки картофеля (поступающего навалом или в мягкой таре) из вагонов и последующей погрузки в контейнеры и автомобили. В комплекте с трактором ТЗК-30 агрегат можно использовать для загрузки автомобилей и контейнеров из бурта.

В состав агрегата входит погрузочно-разгрузочная машина, приемный конвейер, два промежуточных конвейера и конвейер-

питатель. Машина подбирает картофель конвейером-подборщиком и подает его на приемный конвейер. Отсюда картофель поступает на первый и затем на второй промежуточные конвейеры и далее на конвейер-питатель, который загружает картофель в контейнер или автомобиль. Управление агрегатом осуществляют с пульта, смонтированного на капоте погрузочно-разгрузочной машины или дистанционно.

Производительность агрегата 20 т/ч, установленная мощность 8,8 кВт, масса 1000 кг, габаритные размеры 950 × 1370 × 8700 мм. Использование одного агрегата АРП позволило сократить время выгрузки 50 т картофеля из вагона в среднем до 2,5–3 ч, а число работающих до 4 чел. [87].

ВНИИЖТом подготовлены предложения по поэтапному внедрению грузовых вагонов увеличенных габаритов, что предъявляет специфические требования на проектирование новых и модернизацию существующих погрузочно-разгрузочных машин и оборудования.

В ближайшей перспективе на железных дорогах намечено ввести в эксплуатацию восьмьюосные полувагоны с шириной кузова до 3,35 м и высотой 4,35 м, восьмьюосные цистерны с диаметром котла до 3,4 м. Грузовые вагоны восьмьюосного исполнения планируется выпускать с осевой нагрузкой 22 т, а специализированные четырехосные – с осевой нагрузкой до 25 т. Масса брутто перспективных четырехосных вагонов будет равна 100 т, а восьмьюосных – 176 т. Полувагоны магистральных железных дорог грузоподъемностью 130 т увеличенных габаритов предназначены для перевозки насыпных, длинномерных, штучных и других грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков.

Сегодня как известно, для выгрузки навалочных грузов из полувагонов через люки гравитационным способом используют повышенные пути и эстакады. Повышенные пути имеют высоту 1,0 и 2,5 м и сооружаются по индивидуальным и типовым проектам. Наиболее перспективной при этом является схема выгрузки, в которой использован козловой кран с набором сменного оборудования.

Расчеты показали, что при перекрытии козловым краном КДКК-10 повышенного пути для перспективных вагонов надо увеличить высоту подъема крыла крана до 10 м и расстояние между площадками оператора до 4000 мм.

Изучение параметров двухканатных грейферов, которыми оснащают козловые краны грузоподъемностью 5 т, показывает, что при высоте грейфера до 3000 мм разгрузка полувагонов габарита Т обеспечивается беспрепятственно.

В основных требованиях к перспективным накладным вибраторам необходимо предусмотреть возможность их использования на полувагонах всех габаритов. В проекте модернизации созданной на базе козлового крана виброударной установки ВНИИЖТа для выгрузки смерзшихся грузов из полувагонов габарита Т на повышенных путях высотой до 1 м предусмотрено увеличить до 6170 мм (т.е. на 1070 мм) расстояние между головками подкрановых рельсов и концами направляющих разхлящего органа. На эту же величину должен возрасти вертикальный ход разхлящего органа.

До 30% всего объема сыпучих грузов, перевозимых в полувагонах, разгружают на вагоноопрокидывателях различных типов. Имея в основном оборудованы разгрузочные комплексы крупных металлургических предприятий в ТЭЦ. Вагоноопрокидыватели подразделяются на три группы: I для полувагонов грузоподъемностью до 60 т, II - 60 и 93 т и III-60, 93 и 125 т. Наиболее распространенными (80%) пока являются I и II группы. Доля вагоноопрокидывателей III группы, к сожалению, незначительна. Практически все имеющиеся вагоноопрокидыватели предназначены для обработки полувагонов с шириной кузова до 3130 и высотой до 3160 мм. В 1972 г. были утверждены технические требования на проектирование универсальных вагоноопрокидывателей, параметры которых установлены из условия разгрузки на них полувагонов габаритов I-Т и $T_{пр}$ с высотой последних от головки рельса 3270 до 4350 мм и шириной до 3130 до 3600 мм.

Однако, как известно, действующий ГОСТ 9238-73 на железнодорожные габариты допускает строительство вагонов с высотой верхней обвязки кузова над головкой рельса в габарите I-Т, равной 4650 мм, в габаритах $T_{пр}$ и Т - 4850 мм при длине восьмьюспальных специализированных полувагонов для перевозки легких навалочных грузов (кскс, торф и др.) до 25 м. Предельная масса брутто с учетом возможных перегрузок может достигать 200 т.

В 1974 г. Днепропетровским ПКТИ разработаны конструктивные схемы комплекса по разгрузке полувагонов, который включает два типа вагоноопрокидывателей. На вагоноопрокидывателях первого типа можно разгружать полувагоны грузоподъемностью 63, 93 и 125 т в отдельности и одновременно два полувагона грузоподъемностью 63 т. При этом полувагоны могут иметь следующие максимальные размеры: по высоте от 3270⁻¹⁰ до 3970⁺³⁰ мм; по ширине от 3130 до 3194⁺¹³⁰ мм и по длине от 13920 до 20500 мм. На

вагоноопрокидывателях второго типа допустимо вести разгрузку полувагонов габарита Т_{пр}, имеющих размеры: высоту 4350 мм, ширину 3400–3560 и длину до 20 м. Все основные узлы обоих вагоноопрокидывателей унифицированы с аналогичными узлами вагоноопрокидывателя установочной серии ВРС 125. Оценивая возможности существующих вагоноопрокидывателей в целом, следует отметить непригодность их для разгрузки подвижного состава габарита Т_{пр}.

В устройствах для выгрузки навалочных грузов из полувагонов через люки и оборудованных площадками и мостиками для рабочих, закрывающих люки, должен быть обеспечен зазор в 200–250 мм между площадками и стенками полувагонов увеличенных габаритов.

Накладные вибраторы должны иметь опорные поверхности, обеспечивающие их установку на полувагоны габаритов Т и 01-Т. Опорные поверхности накладных вибраторов следует оснащать надежными устройствами, предохраняющими их от соскальзывания. Основные параметры вибраторов – возмущающая сила, скорость вращения дебалансированных валов и т.д. – должны обеспечивать эффективную очистку кузовов полувагонов габаритов Т и 1-Т.

Устройства очистки кузовов полувагонов в виде щеток, скребков и т.п. необходимо также приспособить для полувагонов обоих габаритов, причем в нерабочем состоянии указанных устройств нужно обеспечить зазоры безопасности (500 мм) между элементами устройств и деталями полувагонов. Устройства целесообразно оборудовать следящими системами и блокировочными приспособлениями, исключающими возможность повреждения стенок, торцевых дверей и пола при их передвижении вдоль полувагонов.

Устройства для механического рыхления смерзшихся навалочных грузов в полувагонах могут быть универсальными – предназначенными для полувагонов габаритов Т и 01-Т, или специализированными – для полувагонов только одного габарита. И те и другие должны быть оборудованными следящими контрольными системами или блокировочными приспособлениями, обеспечивающими нахождение рабочих элементов устройств на расстоянии не менее 50 мм от плоскости торцовых и боковых стен и пола.

Параметры вагоноопрокидывателей должны обеспечивать разгрузку полувагонов габаритов 1-Т и Т с высотой расположения верхней обвязки кузова над головкой рельса, равной соответственно 4650 и 4850 мм и шириной от 3130 до

3600 мм. Необходимо, чтобы на вагоноопрокидывателях и приемных устройствах имелась возможность разгрузки восьмьюосных полувагонов длиной 25 м, четырехосных длиной до 14 м, а также одновременной разгрузки двух-, четырехосных полувагонов общей длиной до 29 м. Таким образом переход к железнодорожному подважному составу габарита Т потребует значительных капитальных вложений [88].

Важной проблемой при разгрузке полувагонов продолжает оставаться очистка их от остатков насыпных грузов. В Харьковском институте инженеров железнодорожного транспорта создано навесное аэродинамическое устройство (НАУ), работающее по принципу струйной очистки. В качестве рабочего тела используется воздух, а генераторов воздушной струи — серийно выпускаемые центробежные вентиляторы высокого давления. В пунктах с большим поступлением однородных грузов такие установки могут быть выполнены стационарными.

НАУ содержит один или два вентилятора, установленные на навесной раме и снабженные рабочим соплом с ограждением. На боковых консолях рамы находятся направляющие, а в верхней части — водяные баки и каркас. Рабочее сопло имеет боковые направляющие патрубки и нижний сопловой аппарат, состоящий из центрального вертикального и прилегающих наклонных патрубков. На опытном образце устройства установлены два вентилятора марки ВВД-9 суммарной мощностью привода 44 кВт. Масса устройства составляет 2-2,5 т.

Устройство работает следующим образом. Его навешивают на крюк или поворотную головку крана и устанавливают над кузовом полувагона. Затем включают привод вентилятора. При опускании устройства сопло вводится в кузов вагона у одной из его торцовых стенок и очищает ее. Далее, при перемещении устройства краном вдоль кузова струи воздуха удаляют остатки груза через открытые люки. При этом направляющие, охватывающие с боков верхнюю обвязку кузова, обеспечивают точную ориентацию устройства. После достижения противоположной торцевой стенки устройство приподнимают и переносят к следующему полувагону. Электропитание двигателя устройства осуществляется по гибкому кабелю. В случае очистки полувагона от сухих мелкозернистых грузов пылеподавление обеспечивается за счет подачи через сопло воды из бака. При отрицательной температуре окружающего воздуха воду в баке можно подогревать электронагревателем.

Годовой экономический эффект аэродинамической очистки для пункта со среднесуточным поступлением 20-30 полуваго-

ное составляет 3,5 тыс. руб. при стоимости изготовления устройства до 1,5 тыс. руб. Обычно в результате неполной выгрузки в каждом вагоне теряется в среднем 300 кг груза стоимостью 5-6 руб./т. Только за счет ликвидации этих потерь каждое НАУ позволяет сэкономить за год около 17 тыс. руб. (89).

Львовским производственным объединением "Конвейер" серийно изготавливается разработанная во ВНИИПТМАШе мешкопогрузочная машина типа МПМ-А, предназначенная для подачи мешков с азотными удобрениями или другими сыпучими грузами в крытые вагоны. Начиная с 1981 г., такие машины эксплуатируются на предприятиях ВО "Союзазот".

Машины устанавливают в складах предприятий по производству продукции, упаковываемой в мешки, и они передвигаются по рельсовой колее, уложенной перпендикулярно загрузаемому вагону.

Основные элементы машины - 3 ленточных конвейера: подающий, промежуточный и телескопический. Их металлоконструкции соединены между собой шарнирно посредством поворотных кругов, позволяющих изменить положение конвейерных лент относительно друг друга в горизонтальной плоскости. Благодаря этому обеспечивается возможность ввода телескопической части машины в крытый вагон через дверной проем и подача мешков в любую точку вагона с технологической линии упаковки или складирования продукции.

Приводы всех конвейеров выполнены в виде мотор-барабанов с встроенными электродвигателями и редукторами. В местах перегрузки мешков с конвейера на конвейер установлены направляющие козырьки с регулируемым углом наклона, обеспечивающие передачу мешков при различном положении конвейерных лент.

Подающий конвейер машины расположен горизонтально на опорной раме, выполненной в виде рельсовой тележки с двумя колесными парами, на одной из которых установлен привод передвижения. Металлоконструкция промежуточного конвейера одним концом установлена на поворотной круг консоли подающего конвейера, а другой ее конец оборудован консолью для крепления поворотного круга телескопического конвейера. Внутри металлоконструкции промежуточного конвейера смонтирован привод для его поворота.

На погрузке вагонов заняты двое - оператор у пульта управления и погрузчик, направляющий мешки при их укладке в вагоны. Эксплуатационная производительность - до 1200 мешков в час.

Техническая характеристика мешкопогрузочной машины МПМ-А

Скорость конвейерных лент, м/с	1,35
Длина машины, м	13,7
Ход телескопической секции, мм	1200
Ширина колеи, мм	1800
Масса машины (без противовеса), т	5,9
Масса противовеса, т	2
Оптовая цена, тыс. руб.	35

Однако эти машины не освобождают полностью рабочих от ручного труда, кроме того при выгрузке груза из вагонов у получателей продукции степень механизации труда меньше, чем при пакетной постановке [90].

Эффективность применения средств механизации во многом зависит от характера груза, возможности его механизированной переработки. В связи с этим при перевозке продовольственных грузов нашли применение укрупненные грузовые единицы тара — оборудование, которая позволяет не только доставить продукты в торговый зал магазина без переключений, но и торговать прямо из нее, при широко принятой в настоящее время форме самообслуживания. Переход на укрепленные грузовые единицы был обеспечен путем применения разработанных НИИГлаvmосавтотрансом автомобилей с грузоподъемным бортом-площадкой (У-77 и У-165).

Хотя автомобиль с грузоподъемным бортом в сочетании с тарой-оборудованием на колесах остается в настоящее время важным и наиболее распространенным средством доставки продовольственных грузов, очевидно, необходимо выявить рациональные сферы применения такого варианта. При переходе магазинов на эту доставку, как правило, сохраняется и обычная доставка тарно-штучных грузов.

Высказанные соображения приводят к выводу о целесообразности создания гаммы универсальных технических средств, обеспечивающих комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ для любого возможного варианта доставки продовольственных товаров в торговую сеть города. Первым шагом в этом направлении явилась разработка и внедрение ряда механизмов.

Уравнительная площадка МП-76/140 предназначена для разгрузки грузов, прибывающих в торговые предприятия в таре-оборудовании на автомобилях, не оборудованных специаль-

ными погрузочными механизмами, она может быть использована и для разгрузки тарно-штучных грузов, прибывающих в торговые предприятия без нее (коробки, ящики, бочки и др.).

Уравнительная площадка представляет собой четырехколесную тележку, несущую две вертикальные направляющие стойки. По стойкам двумя гидравлическими цилиндрами через втуочно-ролловые цепи перемещается грузовая платформа, снабженная двумя поворотными козырьками. Один козырек при подъеме, поворачиваясь, укладывается на пол кузова автомобиля и обеспечивает возможность перемещения тары-оборудования из кузова автомобиля на платформу, а второй при опускании поворачивается в горизонтальное положение и обеспечивает возможность перемещения груза с платформы на пол склада или магазина. Площадка снабжена механизмом, обеспечивающим автоматическую остановку грузовой платформы при достижении ею уровня пола кузова автомобиля и касании козырька пола помещения.

Для разгрузки автомобиль с открытыми задними дверями подъезжает к уравнительной площадке до касания заднего бампера кузова ее вертикальных упорных стоек. Рабочий входит на грузовую платформу и нажимает кнопку "подъем". Площадка поднимается и автоматически останавливается на высоте пола кузова. Козырек платформы занимает горизонтальное положение и обеспечивает соединение кузова автомобиля с грузовой платформой. Второй козырек при достижении грузовой платформы уровня кузова повернется из горизонтального положения в вертикальное. Рабочий выкатывает контейнер или тележку с тарно-штучным грузом на площадку, и опускаясь вместе с ней, выкатывает ее на пол магазина.

Конструкция уравнительной площадки проста, надежна в эксплуатации (площадка может работать в неотапливаемых складских помещениях в зимнее время) она уже внепрена в нескольких магазинах ряда районов Москвы.

Для перемещения грузов, уложенных на универсальных поддонах и в контейнерах, не имеющих колес, разработана ручная тележка МП-73/85 с гидравлическим подъемом вил. Ее можно использовать в технологических процессах при автомобильных перевозках.

Электрогидравлический штабелер МП-79/180 предназначен для разгрузки грузов, прибывающих в торговые предприятия в таре-оборудовании на автомобилях, не оборудованных специальными погрузочными механизмами. Эта машина мо-

жет быть использована и для штабелирования пакетированных грузов в два яруса на поддонах в подсобных помещениях торговых предприятий.

Штабелер представляет собой четырехосную тележку, имеющую две вертикальные направляющие стойки, по которым перемещается каретка с вилами. Тележка снабжена двумя поворотными колесами роляного типа и двумя неповоротными, на консольных опорах. В зависимости от ширины груза консольные опоры могут раздвигаться на ширину до 900-1300 мм. Такая конструкция делает штабелер удобным в эксплуатации в торговых предприятиях с узкими дверными проемами, а также позволяет разгружать автомобили сбоку. Раздвинутые консольные опоры с колесами обхватывают колесо автомобиля и позволяют штабелеру вплотную прижаться к кузову. Штабелер уже используется в одном из магазинов Москвы.

Стационарный погрузочный мостик МП-77/167 соединяет рампу склада (высотой 1000-1200 мм) с полом кузова автомобиля и позволяет перемещать электропозрузчик, тару. Врудование и тележки с грузом в кузов автомобиля.

Мостик состоит из сварного основания с шарнирно закрепленной грузовой платформой. Привод платформы осуществляется с помощью гидравлического цилиндра от насосной станции. Грузовая платформа снабжена поворотным козырьком. Управление мостиком (подъемом и опусканием грузовой платформы), а также козырьком осуществляется с пульта, устанавливаемого на рампе склада.

Внедрение описанного оборудования позволяет повысить уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ в торговле до 80%, сократить простои автомобилей и повысить производительность их работы, снизить трудоемкость при переработке продовольственных грузов.

По оценке НИИГлавмосавтотранса потребность торговой сети Москвы в данных механизмах составит: уравнильных площадок 2000 шт., электрогидравлических штабелеров 500 шт., погрузочных мостиков 600 шт., тележек с гидравлическим подъемом вил 4000 шт. Изготовление и внедрение комплекса механизмов в указанных объемах даст годовой экономический эффект 3 млн. руб., позволит высвободить 2,5 тыс. грузчиков, 250 водителей автомобилей, сэкономить 5 тыс. т бензина [91].

На Невьянском цементном заводе в конце 1981 г. построен и введен в эксплуатацию механизированный комплекс для разгрузки шлама из полувагонов, в котором применен ряд орг-

гинальных решений. Обработка маршрута шлака из 45 вагонов осуществляется за 8 ч.

Специалисты завода совместно с сотрудниками Свердловского отделения Оргпроектцemente разработали конструкцию эстакады высотой 5 м, обеспечившую полное просыпание выгружаемого шлака через рельсошпальтовую решетку на складскую площадку. В результате ликвидирован тяжелый ручной труд по уборке груза из-под колес вагонов, перед уборкой их с фронта разгрузки.

С обеих сторон эстакады расположены приемные бункера (по одному с каждой стороны), через которые выгружаемый из вагонов шлак по конвейерной галерее перемещается непосредственно в производство без использования автотранспорта.

Рядом с эстакадой уложены два пути. На один из них устанавливаются груженные вагоны поступившего маршрута, не вставившиеся на эстакаду, на другой — порожние вагоны после их выгрузки. Благодаря такому решению маневровые операции по перестановке вагонов сведены до минимума. В результате выгрузка маршрута шлака (45 вагонов) осуществляется втрое быстрее прежнего — за 8 ч.

Сметная стоимость эстакады, построенной силами завода, 386,7 тыс. руб. Расход бетона составил около 950 м³, причем для его армирования использовались глыбы недробленного известняка. Общий расход металла составил 200 т [92].

Фирма Маннесман Demag Fördertechnik (ФРТ) выпускает в нескольких модификациях конвейерную установку System Demag для погрузки и разгрузки поддонов с серийных автомобилей, не имеющих какого-либо специального оборудования. Установка состоит в основном, из конвейерного питателя и собственно реверсивного конвейерного погрузчика, имеющего дополнительный ход в вертикальной плоскости для установки груза в кузове или отрыва груза с пола. Модель System 2 рассчитана на работу с поддонами размером 1,2 × 0,8 м и 1,2 × 1 м и производство работ с заднего борта. При разгрузке попутно производится уплотнение всей группы поддонов в блок. Установка модели System 3 работает с поддонами только одного размера, но одновременно перерабатывает по ширине 3 ряда поддонов. В отличие от нее установка System 4 перерабатывает в ряду 2 поддона разных размеров, располагая по фронту работ один поддон длинной стороной, а второй — короткой. Установка System 5 ведет погрузку и разгрузку с боковых бортов автомобиля, формируя при этом всю партию грузосединиц по длине кузова автомобиля. При погруз-

ке на автомобиль 30 поддонов размером $1,2 \times 0,8$ м расчетная производительность установок 9 автомобилей/ч, фактическая 7 автомобилей/ч. Описана последовательность операций при погрузке и разгрузке [93].

Для обеспечения транспортной связи между основными производственными зданиями и складом готовых изделий, находящимися на противоположных концах участка площадью 20 000 м², компания LG Harris & Co., Ltd. (Великобритания) использовала буксирный электротягач Lansing Bagnall TOER 4.2. Компания изготавливает малярные кисти, кисти для домашнего хозяйства и инструменты для декораторов. Тягач транспортирует прицепные грузы до 20 т в неделю на расстояние до 300 м, из которых 50 м представляют собой возвышающийся уклон. Готовая продукция на поддонах выдается за пределы производственного здания конвейером типа Lansing Bagnall POES 4.1, который также обеспечивает подачу сырья со склада к различным производственным участкам. Склад готовой продукции с четырехъярусными стеллажными полками, обеспечивающий грузооборот товаров на сумму 1,25 млн. ф. ст., обслуживается погрузчиками с выдвигающимися вилами модели FRER 6.1 грузоподъемностью 1 т, предназначенными для работы в узких межстеллажных проходах. Нижние 2 яруса стеллажей предназначены для комплектовки заказов с помощью ручных тележек с управлением от ЭВМ. Для перевозки деревянных планок на поддонах используются тележки с подъемной платформой Lansing Henley Hawk. [94].

Сформулированы критерии, определяющие выбор оборудования для погрузочно-разгрузочных рамп. В первую очередь таким критерием является частота операций погрузки-разгрузки и предполагаемое изменение интенсивности этих операций в будущем. Далее следует высота погрузочной поверхности автомобиля. Обычно она равна 900 - 1450 мм; в экстремальных случаях 650 и 1650 мм. Важный критерий - масса перегружаемого груза, в которую включается также масса погрузочно-разгрузочного средства (тележки, погрузчика и т.п.). Как правило, эта масса равна от 50 кг до 7 т. При выборе оборудования рамп следует учитывать изменение высоты погрузочной поверхности в ходе самой операции погрузки-разгрузки из-за деформации рессор, которая может достигать до вертикали 180 мм. Существенное значение имеет высота самой рампы. Оптимальная высота ее для работы с обычными автомобилями равна 1200 мм, для работы с авторефрижератором - 1300 мм. Значительную роль играет также ширина погрузоч-

ной поверхности грузового автомобиля, равная 1700-2500 мм. Для большей части погрузочно-разгрузочных работ достаточно ширины ramпы 1500 - 2000 мм. Приходится считаться и с боковым наклоном погрузочной поверхности. Одностороннее изменение высоты погрузочной поверхности может достигать 150 мм. В некоторых случаях возможна только боковая погрузка-разгрузка автомобилей. При этом часто применяют раздвижные ramпы. Важный параметр - предельно доступный наклон поверхности, по которой перемещается груз во время операции погрузки-разгрузки. Из соображения безопасности он не должен превышать 10° [95].

Компания Cleason Reel Corp. выпускает барабаны для лебедок, при помощи которых выполняется подъем грузов массой 40 кг на высоту до 9 м. При этом груз может удерживаться в нужном положении на любой высоте. Барабаны оснащены храповым устройством останова, кабель может наматываться вручную. Компания Filing Scale Co. выпускает весоизмерительные устройства для погрузчиков, позволяющие осуществлять взвешивание грузов одновременно с их подъемом и транспортированием. Устройства с электронной обработкой сигнала или механические имеют грузоподъемность до 4,5 т. Результаты взвешивания считываются с циферблата диаметром 310 мм. Для использования устройств не требуется вносить изменения в конструкцию погрузчиков. Фирма Cambridge Wire Cloth Co. предлагает ряд сетчатых ремней из металла или полиэстера, применяющихся для подъемно-транспортных операций. Грузоподъемность ремней до 45 т. Предусмотрено специальное исполнение для использования при работах с хрупкими или полированными грузами. Компания Warner Electric Brake and Clutch Co. предлагает автоматический прибор с фотоэлектрическим датчиком для дистанционного контроля за различными процессами, в частности за измерением уровня жидкостей при температуре до $+105^{\circ}\text{C}$. Фирма Accu-Sort выпускает автоматический прибор с использованием лазерного луча для считывания ярлыков и этикеток на движущихся упаковках. Прибор размерами $380 \times 200 \times 290$ мм работает со скоростью 150 знаков в 1 мин. Компания Black Products Co. предлагает систему наполнения емкостей и электронного взвешивания для измельченных продуктов. Характеристики потока материалов контролируются специальным устройством. Отклонения плотности груза и скорости наполнения емкостей компенсируются при помощи простейшего приспособления. Пуск и остановка потока грузов осуществляются путем обработки сигнала, поступающих от датчиков [96].

Для удаления зерна из цилиндрических силосов с плоским днищем фирма Silos Parsey (Франция) разработала конструкцию конвейера, который имеет длину, равную радиусу силоса и может поворачиваться вокруг вертикальной оси. Для конвейера, устанавливаемого в силосе диаметром 20 м и имеющего производительность 100 т/ч требуется привод с электродвигателем мощностью 2,2 кВт. Фирма Modul (Нидерланды) выпускает желоба изменяемой длины для погрузки сыпучих материалов в транспортные средства и различные бункеры. Особенностью этих желобов являются многочисленные отражающие гибкие перегородки, изготовленные из ткани из полиэфирного волокна и покрытые неопреном или поливинилхлоридом. При прохождении через такой желоб сыпучий материал замедляет скорость падения на отражающих перегородках и не повреждается. Для изменения длины желоба по мере увеличения толщины слоя загружаемого материала предусмотрена автоматическая система с датчиком уровня. Ряд фирм Великобритании выпускает полуавтоматические установки для укладывания мешков на поддоны, электронные весоизмерительные устройства для определения массы технологических контейнеров, перемещаемых по монорельсовой системе на предприятиях пищевой промышленности, а также оборудование для механизированного опорожнения мешков и контейнеров вместимостью до 2 м³ [97].

Компания Croese Engineering Consultants (Нидерланды) провела новые исследования поведения потока сыпучих материалов при их погрузке, выгрузке и складировании и разработала рекомендации. Математическое моделирование проводилось с учетом свойства складываемого материала, трения между материалом и стенками силоса и размеров силоса. При исследовании исходили из следующих предпосылок: удельная масса материала имеет одинаковое значение в любой части силоса; взаимоотношения между вертикальным и равнодействующим горизонтального давления одинаковы по всему объему силоса; вертикальное давление имеет постоянное значение; время хранения не оказывает влияния на свойства складываемого материала; поперечное сечение силоса не изменяется. Отмечается, что материалы со слабой сыпучестью при складировании в силосе с конической зоной выхода не создают трудностей при загрузке материала на конвейер. Испытания показали, что конструкция силоса в виде открытой трубы перспективнее, и материалы даже со слабыми свойствами сыпучести, типа соевой муки легко проходят через поперечное сечение.

Если силос создается по принципу отсутствия сужения в зоне давления, а материал имеет тенденцию к слипанию и самопроизвольно не начинает перемещаться через выходной уклон, только в этом случае следует использовать устройства принудительного движения материала (вибраторы, пневматические сопла и др.) [98].

На факультете механизации ПРТС работ университета в Эссене (ФРГ) при обучении и проведении исследовательских работ особое внимание уделяется непрерывным конвейерным системам, а среди этой категории транспортных устройств в частности для транспортировки сыпучих материалов и штучных грузов. Изучается технология хранения сыпучих материалов. Дается описание установки с замкнутым циклом переработки сыпучих материалов, сконструированной для завершения научно-исследовательских работ в области технологических проблем, связанных со свойствами потока сыпучих материалов. Целью этих работ является определение, с помощью теоретических и экспериментальных исследований, определенных условий центробежной разгрузки ковшовых элеваторов. Дальнейшими задачами, на основе результатов исследований, является развитие форм ковшей элеваторов и проверка известных конструкций ковшей на установочную прочность.

Длина хода подачи пластинчатого питателя компании Kone Oy (Финляндия) может бесступенчато регулироваться, в зависимости от вида транспортируемого материала, с помощью электрических концевых выключателей, которые приводят в действие трехходовой соленоидный клапан, управляющий потоком гидравлической жидкости. Пуск и остановка также управляются с помощью этого гидравлического клапана. Исключается перегрузка электродвигателя, хотя пуск и остановка многократно повторяются. Вопреки возвратно поступательному действию питателя, пластина лотка обеспечивает равномерную скорость подачи материала, поскольку ход назад медленнее, чем ход вперед и материал продолжает спускаться, проходя по зазорам. Скорость подачи может бесступенчато регулироваться в процессе работы с помощью гидравлического насоса с регулируемой подачей жидкости. Регулировка может быть выполнена вручную или с помощью дистанционного пистолетного управления, а также автоматически по сигналу, поступающему от конвейерных весов. Гидравлический привод не имеет жесткой связи с установкой и может быть размещен в зоне с низким уровнем запыленности [100].

3. Средство борьбы со смерзаемостью грузов

В общем объеме перевозок смерзающихся насыпных грузов уголь прочно занимает одно из первых мест. Дополнительные годовые затраты, связанные с его зимней разгрузкой, составляют более 40 млн. руб. С учетом роста добычи угля, неизбежности постепенной ориентации топливно-энергетического баланса на восточные месторождения, борьба со смерзанием угля приобретает все большее народнохозяйственное значение. Профилактическая обработка углей при транспортировке продуктами органического происхождения — наиболее эффективный способ сохранения их сыпучести. Сущность использования органических веществ в целях профилактики против смерзания углей заключается в том, чтобы на каждой частице или группе частиц создать гидрофобную оболочку (пленку) исключающую контакты поверхностной влаги, а следовательно, и смерзаемость при отрицательной температуре. Наряду с решением этой основной задачи, применение органических веществ позволит повысить насыпную массу коксующихся углей и таким образом повысить производительность коксовых печей, улучшить качество и увеличить выход продуктов коксохимического производства, а применительно к энергетическим углям повысить на 1,5–2% удельную теплоту их сгорания. Следовательно, при обработке углей органическими продуктами одновременно улучшается качество углей, а затраченный продукт, являющийся энергоносителем, поступает в тепловой баланс.

Согласно правилам перевозок расход профилактических средств против смерзания углей при температуре воздуха до минус 15°С должен составлять около 1% массы угля, при температуре минус 20°С — 1,5%, а при более низкой температуре — 2%.

Однако, исследованиями, проведенными в Институте горючих ископаемых (ИГИ), Промтрансхимпроекта и ряде других, установлено, что расход органического вещества для предотвращения смерзания угля может не превышать 1% массы угля даже при температуре окружающей среды до минус 30°С. Более того, исследованиями ИГИ доказано, что этот показатель может быть снижен до 0,5%. Но и при таких удельных расходах органического вещества и зимних объемах перевозок углей 180–190 млн. т его суммарный годовой расход на эти цели составит 700–750 тыс. т. Если же учесть наличие действующих установок, обеспечивающих разгрузку углей (тепляки, виброрыхлители, виброударные и виброрыхлительные

установки), годовой расход органического вещества может быть сокращен до 600-650 тыс. т.

Однако и при этих условиях расход профилактических веществ весьма значителен. А из этого следует, что они должны быть надежными, эффективными, достаточно дешевыми, не ухудшать качество угля, не вызывать коррозии оборудования, не наносить ущерба здоровью людей.

Сегодня в качестве органических профилактических веществ рекомендуются или уже применяются креозот, пиктрин, северин, отработанные масла и отходы от их регенерации.

В НИИ проводятся исследования по применению в качестве защитного покрытия и средств против смерзания углей не подлежащие регенерации отработанные масла, получившие название нефтепродуктов пленкообразующих (НПП). Особенность НПП в том, что они уже содержат присадки, предотвращающие смерзаемость углей. Невысокая отпускная цена и наличие ресурсов ставят НПП в более выгодное положение по отношению к другим известным средствам. В результате испытаний отмечено, что эффективность воздействия веществ возрастает последовательно в ряду: водомасляная эмульсия 10/90; отработанные масла ($t_{\text{заст.}} = 23^{\circ}\text{C}$), отходы от регенерации отработанных масел, тюменская нефть ($t_{\text{заст.}} = 13^{\circ}\text{C}$).

Наличие парафинов в тюменской нефти, видимо, в значительной степени влияет на повышение ее эффективности, как профилактического средства борьбы со смерзанием углей. Стендовые испытания позволили установить, что обработка каменных углей с влажностью до 13% и крупностью 0-13 мм составом НПП в количестве 1% при температуре воздуха до минус 30°C , выдержке в течение двух суток полностью предотвращает их смерзание. При влажности углей 10-11% удовлетворительные результаты получены для расхода НПП до 0,5%. Однако количество угля при стендовых испытаниях было сравнительно небольшим, и естественно, встал вопрос о проверке эффективности состава НПП в производственных условиях.

НИИ и производственным объединением "Воркутауголь" проведены опытно-промышленные испытания профилактического метода защиты углей от смерзания составом НПП, нанесенным на уголь струйным устройством в момент его загрузки в полувагоны. Влажность составляла 8-10%. Средний расход НПП равнялся 0,75% массы угля. После суточного отстоя (при температуре от минус 18 до минус 35°C) партия вагонов с обработанным и контрольным (необработанным) углем

была отправлена на Воркутинскую ТЭЦ-1. Уголь, обработанный НПП, не потерял свойств и легко выгрузился через лопы полувагонов. Необработанный уголь смерся в монолитную массу.

Проведены также опытно-промышленные испытания в производственном объединении "Интауголь", где уголь с влажностью 12% после обработки попадал вначале в погрузочные бункера вместимостью 120 т каждый, и по мере поступления порожних полувагонов их загружали углем. Через 7 суток обработанный уголь был доставлен на Кильдинский кирпичный завод (Мурманская обл.). Колебания температуры в пути составляли от минус 15 до минус 17 днем, до минус 30°С ночью. Установлено, что применение профилактических мероприятий значительно облегчило разгрузку угля через лопы и втрое снизило трудозатраты. Опытно-промышленные испытания подтвердили достаточную эффективность НПП как профилактического вещества и позволили выявить некоторые недостатки в эксплуатации установок, связанные с большими расходами пара для разогрева цистерн с НПП перед сливом и поддержанием заданной температуры на складе [101].

На сегодняшний день существуют две системы электроимпульсного воздействия на обрабатываемую поверхность с целью отделения примесного материала: электроимпульсная противоблуденительная система (ЭИПОС) и магнитно-импульсная ударная система (МИУС).

Способ очистки с применением первой системы заключается в создании механического воздействия на обрабатываемую поверхность единичным магнитным импульсом, генерирование которого происходит непосредственно в материале обрабатываемой поверхности. Воздействию механического импульса ограничено геометрическими размерами индуктора, а величина усилия зависит от электрофизических свойств материала, подлежащего обработке, и его толщины.

Таким образом, ЭИПОС создает в материале обрабатываемой поверхности механическое усилие, зона действия которого ограничена геометрическими размерами индуктора (кольцо), а величина зависит от электрофизических свойств материала и его толщины. Эта система не может быть использована для очистки поверхностей диэлектриков, а также высоколегированных сталей. Она может быть использована для очистки поверхностей из алюминия, его сплавов и меди.

Во второй системе (МИУС) механический импульс аккумулируется в промежуточном звене, активная часть которого

выполнена из алюминия или его сплава и равна диаметру катушки индуктора. С активной частью соединена рабочая часть. Ее геометрические размеры не зависят от размеров индуктора и она может быть выполнена из любого материала необходимой твердости и профиля. МИУС можно использовать для очистки поверхностей из любых материалов.

Премтрансэнергопроектом проведены экспериментальные работы по определению зависимости сил сцепления удаляемого материала с обрабатываемой поверхностью от влажности и температуры материала и характера поверхности. Установлено, что с увеличением влажности песка и угля сопротивление отрыву от металлических поверхностей увеличивается в диапазоне температур от минус 3-5 до минус 20°C. Наибольшее сопротивление отрыву угля от поверхности, зарегистрированное при минусовых температурах (15-20°C), наблюдалось у металлической поверхности и наименьшее у деревянной (окраске деревянной поверхности на отрыв практически не влияет). Для смерзшегося песка наибольшее сопротивление отрыву от металлической поверхности на 25-27% больше, чем от деревянной.

В 1976-1978 гг. Оргэнергостроем совместно с ВТИ разработана, изготовлена и смонтирована на Каширской ГРЭС экспериментальная установка типа МИУС, состоящая из подвижных кареток - вертикальной, с девятью рабочими органами - индукторами (для обработки боковой секции полувагона), и горизонтальной с четырьмя индукторами, рассчитанными на обработку люка одной секции полувагона, силового шкафа с токопроводящими кабелями и пульта управления.

Управление высоковольтным оборудованием осуществляется дистанционно с пульта, расположенного в помещении оператора вагоноопрокидывателя. Установку смонтировали на расстоянии 10 м от вагоноопрокидывателя со стороны поступления в него полувагонов.

Установленная мощность экспериментальной электроимпульсной установки 2,5 кВт, максимальная энергия, потребляемая за импульс, 4050 кДж. Рабочее напряжение высоковольтных импульсных конденсаторов 5 кВ, продолжительность рабочего цикла около 5 мин. Габариты установки 1,5 × 1,5 × 3,5 м, масса 7 т.

В результате испытаний установлено следующее. Отделение смерзшегося угля происходит от боковых стенок даже тех секций полувагона, которые не подвергались обработке электроимпульсным методом. Для отделения же угля от днища необ-

ходима обработка электросимпульсным методом каждого лиска. Расход энергии на отделение угля с 1 м^2 поверхности боковых стенок меньше, чем с люков. Минимальный расход энергии, запасенной в конденсаторах, на отделение примерзшего угля от 1 м^2 металлической боковой поверхности, составляет 2250 кДж.

Оргэнергостроем выполнены рабочие чертежи электросимпульсной установки на весь полувагон. Значительно эффективнее этим способом можно отделять примерзший груз от поверхностей полувагона, воздействуя на него в момент опрокидывания. В этом случае индукторы должны быть укреплены на вагоноопрокидывателе и давать импульс в тот момент, когда полувагон находится в опрокинутом положении и основная масса угля выгружена. Стенки и днище полувагона в этот момент не испытывают противодействия основной массы груза и на границе поверхности полувагона и примерзшего угля возникают усилия на отрыв. Так как смерзшиеся материалы легче разрушаются при растяжении, чем при сжатии, отделение их от стенок и днища полувагона в опрокинутом положении происходит активнее с меньшими энергетическими затратами [102].

ЧерноморНИИпроектом, Московским энергетическим институтом и Институтом горного дела им. А.А. Скоринского предложен метод ликвидации примерзания насыпных грузов к стенкам бункеров и течек конвейерных систем. Метод, основанный на применении электромагнитного поля с одновременным вибровоздействием, был использован при разработке конструкций устройства для бесконтактного электрофизического разрушения (УБЭР) примерзшего слоя.

Предложенное устройство обладает целым рядом преимуществ по сравнению с другими, базирующимися на контактом разогреве или механическом отделении примерзшего груза от металлической поверхности стенок бункера, желобов и течек. Известно, что при нагревании металлической подложки в переменном магнитном поле возникает явление магнитной поляризации частиц дисперсного материала. В результате изменяются механические свойства контактирующего с подложкой микрослоя частиц груза, увеличивается его пористость и уменьшается сплошность. Это способствует разрушению адгезии примерзания материала к металлической поверхности. Благодаря частичному перемещению влаги, превращенной в пар, внутри примерзшего слоя материала и последующей ее конденсации там увеличивается коэффициент теплообмена. Поверхность ма-

материала, соприкасаясь с тепловыделяющей ферромагнитной подложкой, быстро нагревается. Поскольку влага не успевает проникнуть через всю толщину примерзшего слоя груза, то выделение большого количества тепла испарения (600 кКал/кг) идет в основном в контактирующем с подложкой микрослое. Парообразная влага в микрослое разогретого дисперсного материала ослабляет физико-механические связи между частями или группами частиц. В результате происходит разрыхление примерзшего дисперсного материала. Адгезия примерзшего груза в этих условиях переходит в адгезию прилипания, то есть к металлической подложке. Вместе с этим известно, что усилие сдвига дисперсного груза, прилипшего к металлу, на порядок меньше усилия сдвига примерзшего. Поэтому целесообразно совместное воздействие на примерзший слой нагрева и вибрации. Это обеспечивает механическое перемещение влаги, разрушение адгезии примерзания и сдвиг прилипшего материала по стенке-подложке. Последний фактор весьма важен, так как именно благодаря сдвигу достигается истечение уже частично оттаявшего и отделившегося слоя груза по поверхности стенок в зону выходных отверстий бункеров, желобов и течек. Работоспособность УБЭР, его технологические и конструктивные параметры, а также эффективность воздействия на примерзший груз были оценены сначала на лабораторной экспериментальной модели, а затем непосредственно на установке в Ждановском морском порту.

Апробация УБЭР в натуральных условиях была проведена в Ждановском порту в зимний период 1979-80 г. на выпускном желобе приемного бункера реклаймера.

Эффективность УБЭР проверяли и при положительной температуре воздуха с налипшим грузом. Установлено, что время отставания прилипшего груза в 2 раза меньше, чем примерзшего. Таким образом, можно считать УБЭР универсальным устройством.

По результатам натурной проверки работы УБЭР установлено, что потребляемая им мощность составляет 20 кВт/м^2 , оптимальная площадь очищаемой поверхности $3,0 \text{ м}^2$. Устройство целесообразно использовать только в режиме кратковременного включения (периодически не более 5 мин). Следует предусмотреть одновременное включение одного, максимум двух устройств. Стоимость расходуемой энергии для 20 УБЭР применительно к Ждановскому УПК составит 28 руб./сут.

Экономический эффект от использования УБЭР достигается за счет уменьшения эксплуатационных расходов по зачистке бункеров, желобов и течек от примерзшего груза и за счет сокращения простоя вагонов и судов под грузовыми операциями в порту [103].

Предложен способ выгрузки смерзшихся сыпучих грузов, в частности каменного угля, из саморазгружающихся вагонов с двускатным полом. Способ основан на использовании устройства, выполненного по принципу врубной машины. Тележка устройства перемещается по направляющим, которые уложены вдоль пути, на котором находится подлежащий разгрузке вагон. На тележке с возможностью качания вокруг точки опоры в плоскостях, параллельных продольной оси вагона и осям тележек вагона, смонтирован цепной режущий бар. Качания происходят одновременно с движением цепи. Привод режущей цепи осуществляется от электродвигателя, привод качаний — гидравлический. Цепной бар вводят в вагон через откидные боковые борта. В ходе перемещения тележки устройства вдоль вагона и качаний цепного бара внутри вагона режущая цепь разрушает блок смерзшегося груза и куски угля высыпаются наружу [104].

Промтрансниипроект разработана эффективная установка типа УРВСМ, предназначенная для выгрузки смерзшихся грузов из полувагонов. Ее производительность 120–180 т/ч, суммарная мощн. электродвигателей 162 кВт, собственная масса 20 т, стоимость 45 тыс. руб. В состав установки входят: буровфрезерная рыхлительная машина (БРМ), отличающаяся от существующих тем, что непосредственно на ее раме смонтированы накладной вибратор, маневровое устройство с тележкой-толкателем, вейерный конвейер, локоподъемник, рыхлитель комков. Испытания, проведенные на ряде предприятий, показали, что производительность установок при рыхлении смерзшегося груза и одновременном воздействии на него вибрации увеличивается на 20–25% по сравнению с отдельным применением БРМ и вибратора. Приведена техническая характеристика буровфрезерной рыхлительной машины. Промтрансниипроект разработана также установка с БРМ для повышенных путей. В ее состав входят: маневровое устройство, БРМ со специальным порталом, передвижной накладкой вибратор типа "Урал-ШНИИ" с системой подвески, передвижная тележка на монорельсах, локоподъемники. Повышенный путь оснащен специальными консольными упорами, на которых смонтирован монорельсовый путь передвижного вибратора. Ус-

танка БРМ с таким порталом обеспечивает выгрузку смерзшихся грузов методом вертикального бурения и бокового фрезерования [105].

Анализируются существующие методы разгрузки вагонов и кузовов автомашин от смерзшихся грузов (оттаивание в теплицах, разрыхление вибрирующими ножами, пиками и т.п.) Отмечается неэффективность используемых методов, высокие энергетические затраты при их применении. Предлагается продольное вибрирование всего вагона (кузова), вызывающее сдвиговые колебания насыпной смерзшейся массы. При специальном подборе амплитуды и частоты колебаний возникающие в ледовой прослойке периодические деформации и знакопеременные нагрузки могут привести к интенсивному трещинообразованию в ней и таянию льда между днищем вагона и смерзшейся массой. Для разрыхления основной горной массы предлагаются пространственные колебания кузова, создающие знакопеременные напряжения в хаотически расположенных ледовых прослойках между смерзшимися кусками. Целесообразно изменять частоту колебаний в процессе виброразрыхления [106].

Выгрузка смерзшегося сырья из вагонов на металлургических предприятиях занимает много времени и вызывает значительные простои вагонов. В ряде случаев вагоны простаивают 10 суток и более. Общие размеры дополнительных расходов, связанных с выгрузкой смерзшегося сырья, исчисляются суммой более 20 млн. руб. в год. Анализируется состояние вопроса дробления смерзшихся материалов на разгрузочных участках металлургических предприятий страны. Дан обзор существующих средств механизации. Описаны две машины для дробления смерзшихся материалов, разработанные ВНИИметчерметом [107].

4. Автоматизация погрузочно-разгрузочных работ

Одной из важных задач при разработке систем автоматического адресования стеллажных кранов-штабелеров, является управление скоростью их движения. Для получения команд замедления при нахождении штабелера за несколько ячеек до заданной, во ВНИИторгмаше разработаны устройства, реализованные по принципу однородных сред. Одно из них состоит из ряда унифицированных разрядных блоков первого - четвертого разрядов соответственно с однотипным соединением между ними. Каждый из разрядных блоков содержит вхо-

ды заданного и фактического адресов и инверсные выходы от -5° до $+5^{\circ}$, соответствующие числу ячеек до заданной, при котором подается предварительная команда. Эти выходы каждого блока односторонне соединены со входами последующего блока (кроме блока наименьшего разряда). У блоков старших разрядов часть выходов не используется. Выходы разрядного блока наименьшего разряда являются инверсными выходами всего устройства. При нахождении штабелера у заданной ячейки или на расстоянии от одной до пяти ячеек до нее с любой стороны на одном из соответствующих выходов устройства появляется нулевой сигнал. Использование приведенного устройства позволяет благодаря обеспечению нескольких команд замедления увеличить скорость перемещения автоматизированного штабелера и его производительность. Общая особенность адресования описанных типов — осуществление вычитания и дешифрации без применения известных алгоритмов вычитания, предусматривающих преобразование прямого кода, вычитаемого в дополнительный [108].

Специальным конструкторско-технологическим бюро Института геофизики АН УССР разработан проект автоматизации бункерной погрузки с одновременным взвешиванием отгружаемой продукции в железнодорожных вагонах. Автоматизированный погрузочный комплекс включает: тетки, производительность которых обеспечивает загрузку вагона щебнем на 90-95%, дозировочную тетку, контрольную тетку, которая работает в аварийных ситуациях; тензометрический взвешивающий комплекс, состоящий из двух площадок и двух вторичных приборов, подключенных к догрузочной и контрольным теткам; тяговую лебедку; систему автоматического управления. Автоматическая линия догрузки по весу щебня в железнодорожные вагоны включает: тензометрический взвешивающий комплекс; систему автоматического управления; исполнительный орган догрузки. Внедрение автоматической линии догрузки щебня на Кальчинском карьере позволило увеличить производительность труда на погрузочном комплексе, скорость загрузки железнодорожных вагонов, точность взвешиваний отправляемой продукции и получить годовой экономический эффект 37 тыс. руб [109].

В настоящее время предприятиями и организациями проводится большая работа по автоматизации и механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ, внедряются механизированные склады, подъемно-транспортное оборудование, производственная тара и т.д. Вместе с тем

уровень автоматизации и механизации этих работ все еще значительно ниже, чем основных технологических процессов.

Известно, что подъемно-транспортные машины (ПТМ) применяются в народном хозяйстве страны: а) на погрузочно-разгрузочных работах при перемещении грузов с одного вида транспорта на другой или на склады; б) для подачи грузов к технологическим машинам в ходе технологического процесса. Во втором случае ПТМ участвуют в технологии производства продукции, т.е. осуществляют транспортную часть этой технологии. Поскольку существует множество всевозможных комплексных технологий, необходимо иметь разнообразие по конструкции машины, способные перемещать и устанавливать предметы труда в обрабатывающие машины.

Трудность автоматизации подъемно-транспортных операций вызвана разнообразием: форм перемещаемых предметов и их состояния (твердое, жидкое, газообразное); масс этих предметов; условий производства, где работает ПТМ (теснота помещений, низкая или высокая температура, состав атмосферы, жидкая среда, радиоактивность и т.д.); шклов работы ПТМ (массовое производство, серийное, индивидуальное); технологических процессов как в основной, так и в транспортной частях комплексной технологии; огромного парка ПТМ с механизированным управлением и ручным креплением грузов к захватным органам.

Абсолютное большинство грузоподъемных кранов обслуживается сегодня рабочими двух профессий: крановщиками и стропальщиками. Автоматизация управления этими кранами довольно затруднительна, поскольку грузы, поднимаемые на гибких канатах и прикрепляемые стропами или цепями к крюку крана, во время движения раскачиваются. Это не позволяет осуществлять точное позиционирование и автоматическую подачу предметов к технологическим агрегатам. Значительно легче автоматизировать управление кранами, имеющими жесткие рабочие органы, а не гибкую подвеску грузов, например, крано-штабелеров и металлургических кранов и т.п.

Более сложны задачи автоматизации комплексов ПТМ, осуществляющих грузопередачу от одной транспортной машины на другую, особенно, когда грузовые операции ведутся различными машинами (контейнерами, кранами, погрузчиками). Автоматизация управления кранами требует создания автоматических захватов для различных грузов.

Отечественная промышленность приступила к планомерному серийному производству промышленных роботов, прошедших

опытную эксплуатацию в прошлой пятилетке. Широкое применение этого перспективного средства комплексной автоматизации создает принципиально новые возможности для организации экономичных, быстроперенастраиваемых и высокопроизводительных автоматических производственных участков во всех отраслях народного хозяйства. Главное направление использования роботов-манипуляторов, за исключением случаев применения их на отдельных опасных и тяжелых операциях — групповое, когда они становятся непосредственными участниками производственного процесса. В этом случае их эффективность резко повышается.

В настоящее время у нас разработаны промышленные роботы многих типов, в том числе с программным управлением. Созданы роботы и с адаптивным управлением. Основными проблемами в развитии конструкций отечественных промышленных роботов являются: освоение серийного производства унифицированных компонентов роботов, осуществление стандартизации, создание модульных конструкций для основных типов роботизируемых технологических процессов, повышение надежности, быстродействия, снижение стоимости роботов [110].

Предлагаемое устройство содержит блок задания программы, последовательно соединенные блок памяти, первый элемент И и блок управления, последовательно соединенные задатчик адреса, сумматор и логический блок, подключенный выходом к первому входу блока памяти и ко второму входу блока управления, последовательно соединенные датчик вертикального положения грузозахватов, первый реверсивный счетчик и блок сравнения, подключенный вторым входом ко второму выходу задатчика адреса; выходом — ко второму входу первого реверсивного счетчика и второму входу логического блока, и последовательно соединенные датчик горизонтального перемещения грузозахватов и второй реверсивный счетчик, подключенный вторым входом к выходу сумматора; выходом ко второму входу сумматора. Для расширения области применения устройства оно содержит второй элемент "И", последовательно соединенные переключающий элемент, третий элемент "И", первый буферный регистр, первый коммутатор и элемент "ИЛИ" и последовательно соединенные четвертый элемент "И", второй буферный регистр и второй коммутатор, подключенный вторым входом ко второму выходу блока памяти, выходом — через элемент "ИЛИ" ко входу задатчика адреса. Вторые входы третьего и четвертого элементов "И" соединены с выходом блока задания программы. Второй вход блока памяти соеди-

нен с выходом первого буферного регистра и с первым входом переключающего элемента; третий вход — с выходом второго буферного регистра и со вторым входом переключающего элемента; третий выход — со вторым входом первого коммутатора, четвертый выход — через второй элемент "И" с третьим входом блока управления. Вторые входы первого и второго элементов "И" соединены с выходом логического блока. Первый вход четвертого элемента "И" соединен со вторым выходом переключающего элемента [111].

На складе автомобильных деталей фирмы General Motors (США) хранятся изделия 52 000 наименований и за день комплектуются в среднем 3300 заказов. Изделия примерно 30 000 наименований размещены в зоне мелких, наиболее часто запрашиваемых деталей, где стеллажи, образующие 24 прохода, обслуживаются автоматическими кранами-штабелерами. Менее часто требуемые детали хранятся в другой зоне на поддонах, размещенных на полках стеллажей, обслуживаемых складскими машинами для комплектования заказов, управляемыми водителями. Это тоже мелкие детали, которые при составлении заказов укладываются в ящичные поддоны, доставляемые конвейером к станции сортировки, расположенной на антресолях, после которой эти поддоны еще раз сортируются для подачи к одной из 34 станций упаковки. Крупные и тяжелые изделия хранятся на стеллажах и подаются погрузчиками для комплектования заказов в зону, где они объединяются с другими деталями для упаковывания и доставки клиентуре. Упаковывание этих изделий ведется на первом этаже склада под станцией упаковывания мелких деталей. Окончательное комплектование заказов происходит в зоне упаковывания, куда пластмассовая тара с отобранными деталями поступает из зоны составления заказов по мелким деталям после соответствующей сортировки. Затем к ним добавляют крупные изделия и заказ может быть готов к отправлению. Примерно 80% заказчиков получают грузы в контейнерах с решетчатыми стенками, опирающихся на колеса. В этих контейнерах размещается пластмассовая тара, содержащая мелкие детали, тогда как крупные изделия отдельно от них загружаются в кузова автотранспортных средств, поскольку они не помещаются в контейнеры с решетчатыми стенками. В зоне, обслуживаемой автоматическими кранами-штабелерами, между двумя группами стеллажей, образующих по 12 проходов, расположен пролет комплектования заказов. В этом пролете шириной 2,74 м составители работают на антресолях,

смонтированных на высоте 4,88 м от уровня пола, примерно посередине стеллажей по высоте, что сокращает суммарное вертикальное перемещение грузозахватных устройств кранов-штабелеров, работающих с ящичными поддонами или пластмассовой отборочной тарой. Отобранные детали в отгрузочных ящичных поддонах или таре удаляются конвейром. Водители складских машин также отбирают мелкие изделия и укладывают их в ящичные поддоны или тару, транспортируемую затем конвейером. На станциях упаковки частично выполняются операции по сортировке изделий для окончательного комплектования заказов. Данные по заказам клиентуры поступают на склад из распределительного центра соответствующего отделения фирмы. Заказы, которые должны выполнять автоматические краны-штабелеры, будут записаны на магнитной ленте, которая вводится в считывающее устройство для подачи управляющих команд микропроцессорам кранов. Кроме того, комплект документации подготавливается для каждой из 24 станций комплектования этой зоны, обслуживаемых 6 рабочими — по одному на 4 станции. На каждой станции во время работы кранов-штабелеров демонстрируется номер и количество деталей, которые должны быть извлечены для комплектования заказа. Эти данные показываются на экране пульты каждой из 24 станций, где после завершения работы составитель нажимает соответствующую клавишу, что является для крана командой на возвращение поддона с оставшимися в нем деталями на прежнее место хранения. Водители 20 складских машин также получают данные о требуемых изделиях с экранов пультов, установленных в каждом проходе между обслуживаемыми ими стеллажами. На все упомянутые экраны пультов информация поступает от ЭВМ склада. Номера заказов также устанавливаются цифрами на поддонах, что обеспечивает их автоматическую сортировку [112].

Компания PPG Industries Inc. (США) с 1977 по 1979 год производила модернизацию системы транспортирования и дозированной загрузки на двух своих предприятиях в шт. Северная Каролина. Поскольку оба предприятия функционировали, модернизация производилась без остановки производственного процесса. Для обеспечения непрерывной подачи смесей необходимо было производить монтаж оборудования по частям, причем управление производственным процессом на каждом участке должно было осуществляться локально. При этом следовало учитывать, что после установки комплексной системы должен обеспечиваться автоматический режим

работы при отсутствии оператора. Для обеспечения этих условий разработана иерархическая система управления, которая вводилась в действие последовательно, по мере установки каждого участка новой системы переработки грузов. Система включает более 20 функционально распределенных программируемых контроллеров, размещенных в полуавтоматической панели управления. Кроме того, контролирующий программируемый распределитель координирует работу всех функциональных контроллеров и осуществляет непосредственное управление всей системой переработки грузов [113].

Универсальная модульная система для взвешивания модели D4 с управлением с помощью цифрового микропроцессора, созданная компанией Vofora-BLN, отличается точностью, надежностью, повторяемостью результатов. Система обеспечивает решение экономических проблем для задач высокой точности измерения и взвешивания. Это весьма гибкая система, имеющая широкое применение от простого одноканального индикатора взвешивания до многоканального группового взвешивания с последовательной передачей данных в ЭВМ. Имеются встроенные средства, упрощающие эксплуатацию. В модели BD44 для обеспечения надежности системы предусмотрено дублирующее батарейное питание на случай обрыва питания в сети. Система в основном базируется на динамометрическом датчике, работающем от усилия сдвига, который выдерживает 100% боковую нагрузку и 100% перегрузку, не допуская повреждений и износов. Поскольку измеряется усилие сдвига, а не изгибающий момент, место приложения нагрузки по длине стержня датчика не имеет значения. Пределы взвешивания составляют 100 кг - 50 т. Динамометрический датчик может быть встроен в систему контроля веса на складах сыпучих материалов с резервуарами емкостью до 200 т. Датчик является превосходным устройством, используемым в пищевой, кондитерской, химической промышленности и в производстве пластических материалов, где требуется высокая точность при составлении смесей. Кроме того, он может быть использован в качестве оси барабана, механизма подъема краев для взвешивания и защиты от перегрузки, для измерения крутящего момента и напряжения лебедки, для измерения тяги двигателя и т.п. [114].

В ФРГ на складах ряда предприятий легкой промышленности используются штабелеры модели Desombi и другая техника фирмы Mannesmann Demag Fördertechnik. На складах готовой продукции чулочной фабрики при комплектовании заказов ис-

пользуются три штабелера модели 3 Desambi грузоподъемностью 300 кг, стеллажи имеют длину 60 м, высоту 5,5 м. Управление всей системой транспортирования на складе осуществляет ЭВМ. Заказы комплектуются в коробки, которые затем конвейерами направляются на упаковку. На другой чулочной фабрике склад готовой продукции принимает также грузы с других родственных предприятий. На четырех парах стеллажей длиной 31 м и высотой 8 м можно разместить свыше 12 тыс. коробок размерами 310×310×630 мм и массой до 12 кг каждая. Обслуживает склад один штабелер. Для его перевода из одного проезда в другой используется трансбордер. Оперативное хранилище — 2-ярусного типа. На фабрике готового платья внедрены стоечные стеллажи с каркасом из труб, что позволило увеличить число ярусов до 6 при складировании костюмов и 5 при складировании пальто. На складе изделия доставляются тележками с кронштейнами. Штабелер забирает до 50 изделий с тележек и перегружает на держатели стеллажей. 7 пар стеллажей занимают площадь 700 м². Ранее для складирования такого же количества требовалась площадь 2450 м². На другом таком же предприятии склад рассчитан на приемку 300 тыс. шт. верхнего платья. 12 пар стеллажей длиной 55 м и высотой 8 м обслуживаются тремя специальными штабелерами. За рабочий цикл перерабатывается до 100 изделий. В среднем за смену отправляется 3600 заказов. При пиковых нагрузках за 5 — мин цикл отправляется до 100 заказов. От штабелеров грузы распределяются по нескольким транспортным цепочкам с помощью поворотных кругов. На фабрике детской одежды склад готовой продукции имеет 5 пар стеллажей длиной 53 м и высотой 8 м, которые рассчитаны на 1 млн. изделий. Обслуживают склад 5 штабелеров с ручным управлением. Комплектование заказов производится на подвесных толкающих конвейерах. Рабочие места комплектовщиков оборудованы буферными накопителями на 14 носителей. На предприятии по производству нижнего белья построен склад с габаритными размерами: 108,6×37×22 м, на котором можно разместить 7,4 тыс. поддонов и 144 тыс. коробок, всего с 10 млн. изделий. Поддоны перерабатывают 3 штабелера грузоподъемностью 600 кг, коробки — 7 штабелеров меньшей грузоподъемности, которые оборудованы двойными грейферными захватами. Рабочие места комплектовщиков конвейеризированы и имеют накопители на 12 коробок. За смену перерабатываются до 180 тыс. шт. белья. До 5 тыс. шт. платьев вмещает подвесной замкнутый конвейер

длиной 20 м и высотой 3,6 м. Носители расположены с шагом 2 м и вмещают каждый до 100 изделий [115].

Приведены примеры использования складских установок с передвижными стеллажами фирмы Electrolux-Kind GmbH (ФРГ) в различных отраслях промышленности. На деревообрабатывающем э-де в Варендорфе эксплуатируется установка, состоящая из 13 консольных стеллажей длиной 34 и шириной 25 м, на которых в общей сложности хранится до 2300 т грузов. Каждый стеллаж смонтирован на тележке, снабженной 30 роликами, из которых 4 имеют реборды. Привод стеллажа осуществляется от двух асинхронных 3-фазных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Мощность каждого электродвигателя 0,37 кВт. Для хранения длинномерной металлопродукции на металлообрабатывающем э-де в Кёльн-Дойче также используются передвижные стеллажи с 2-сторонним расположением консолей. 44 стеллажа перемещаются по четырем рельсам (2 опорных и 2 опорно-направляющих) длиной 70 м. Каждый стеллаж грузоподъемностью 5 т имеет длину 5 м и 5 ярусов по высоте. Для привода его передвижения служат асинхронные электродвигатели мощностью 0,37 кВт. Склад бумажной фабрики в Оберкирхе вмещает по 100 рулонов бумаги шириной 1320 и 1020 мм. Максимальный диаметр рулонов 1200 мм. Длина передвижных стеллажей 28 м, ширина 2,6 м. В рулоны вставляются стальные трубчатые сердечники диаметром 108 мм с толщиной стенок 3,6 мм. Выступающими концами сердечников рулоны укладывают в углубления на консолях, выполненных из швеллерных профилей. Грузоподъемность каждого стеллажа 100 т, для привода его передвижения применены асинхронные электродвигатели мощностью 0,37 кВт [116].

Приведено описание построения и работы склада лаков и красок фирмы Hettman Wiederhold GmbH (ФРГ), пущенного в эксплуатацию в 1981 г. Площадь склада составляет 4,8 тыс. м², объем - 79,6 тыс. м³. Продукцию на склад подвозят в грузовых автомобилях пакетированной на поддонах. Разгрузка автомобилей производится вилочными погрузчиками, которые доставляют пакеты на конвейерную систему. Конвейерная система подает пакеты на поддонах к контрольной станции, где они проходят контроль размеров. Пакеты с размерами, выходящими за пределы допуска, далее не пропускаются и возвращаются обратно на переформирование. Выдержавшие контроль пакеты следуют на идентификационную станцию, где в соответствии с сопроводительными документами (этикетками, яр-

лыками) устанавливается вид размещенной на поддоне продукции и соответственно зона его назначения на складе (высотная зона, зона краткосрочного хранения или зона хранения продукции в аэрозольной упаковке). В высотной зоне продукция размещается без строгого порядка. Размещение производится автоматическими стеллажными кранами — штабелерами модели Destamat 620 грузоподъемностью 600 кг. Скорость передвижения штабелера 1,25 — 100 м/мин, скорость подъема грузоподъемника 0,9 — 18 м/мин. 14-ярусные стеллажи высотой 20 м разделены четырьмя проходами. Каждый ярус имеет 10 ячеек, вмещающих по 5 поддонов с грузом. Всего в высотных стеллажах может храниться 5600 пакетов на поддонах, содержащих продукцию 3300 наименований. Пропускная способность зоны 60 пакетов в 1 ч. Зона краткосрочного хранения вмещает 2800 пакетов, на которых содержится продукция 3010 наименований. 7-ярусная стеллажная установка высотой 13,2 м разделена восемью проходами. В 25 ячейках каждого яруса содержится по одному пакету с грузом. Зона обслуживается краном-штабелером модели Destamat 612 грузоподъемностью 60 кг, с ручным управлением. Скорость движения штабелера 1,25 — 100 м/мин, скорость грузоподъемника 0,9—18 м/мин. Стеллажи разделены на участки, предназначенные для содержания строго определенных видов продукции. Зона хранения лаков и красок в аэрозольной упаковке размещается в двух помещениях высотой 5 м на стеллажах. В одном помещении продукция хранится на поддонах, в другом непосредственно в емкостях на полках. В этой зоне содержатся продукция 3474 наименований. В зоне соблюдаются особо строгие меры пожарной безопасности [117].

Фирма Storage Handling Design (Aust.) Pty, Ltd. (Австралия) специализируется на комплексных разработках систем складского хозяйства по техническим заданиям клиентуры. Такие системы и выбираемое для них оборудование обеспечивают экономически эффективную работу складов. Фирма спроектировала склад для грузов, перевозимых авиационным транспортом. Он имеет зону хранения площадью 2320 м². Для выгрузки грузов из самолетов будут применены подъемные платформы с роликовым конвейером, имеющим пневматический привод. Эти платформы смогут принимать авиационные контейнеры массой брутто до 10 т. Для дальнейшей обработки таких грузов предстоит применить передаточные столы, на которых контейнеры можно будет поворачивать на угол 90° или 180° для направления содержащихся в них поддонов с грузами на кон-

рейеры, отходящие в разные стороны. Поступающие на склад грузы, предназначенные для отправки авиационным транспортом, будут выгружаться с автомобилей с использованием в тросов с гидромеханическими устройствами подъема. В ожидании отправления эти грузы на поддонах разместят на стеллажах, а мелкие отправки - на полках. Система складского хозяйства позволит улучшить на 40% использование технического оборудования фирмы-заказчика и увеличить производительность труда персонала [118].

Для обзор электроштабелеров производства ФРГ, способных двигаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Электроштабелер типа ЕКУ фирмы Larf M. Frisch KG (ФРГ) с выдвижным грузоподъемником и подъемной кабиной предназначен для работы с длинномерными грузами. В межстеллажных проходах электроштабелер перемещается по направляющим. Возможно одновременное передвижение и подъем грузоподъемника с кабиной. Вне межстеллажных проходов электроштабелер движется без направляющих с управлением из кабины. Кабина поднимается с грузоподъемником, начиная с высоты 1,2 м. Грузоподъемность электроштабелера 2000 кг; высота подъема груза 6500 мм; они могут работать в межстеллажных проходах шириной 1850 мм при соответствующем размере груза 700 мм. Эта же фирма производит электроштабелеры типа EGY, управляемые с пола и предназначенные также для работы с длинномерами. При ширине 1300 мм они могут обрабатывать поддоны Европейского пула размером 1200 x 800 мм. Вилка штабелера опускается до самого пола. Машины выпускаются в нескольких модификациях грузоподъемностью: 1000, 1250 и 1500 кг, и имеют высоту подъема от 1600 до 3500 мм. Фирма BT - Transportgerate производит электроштабелеры типа BT FRT 2000 грузоподъемностью 2000 кг при высоте подъема груза 6300 мм. Они оборудованы сервогидроуправлением движением, обеспечивающим возможность перемещения машины по любым кривым вне зависимости от исходного положения колес относительно ее оси. Скорость движения электроштабелера регулируется бесступенчато. Максимальная скорость без груза 8 км/ч. Штабелер типа EGS для обработки грузов длиной до 6 м и более предлагает фирма Bader Sohne GmbH. Они устойчивы к опрокидыванию, имеют импульсное бесступенчатое управление движением, отличающееся высокой эксплуатационной надежностью и позволяющее оптимально использовать запас энергии аккумуляторных батарей. Приведены также технические

данные штабелеров фирмы System Schulter GmbH грузоподъемностью 2000 и 6000 кг при высоте подъема 3200 и 3300 мм, а также фирмы Siehelschmidt GmbH грузоподъемностью от 100 до 2500 кг с дву- или триплексным телескопическим грузо-подъемником (119).

В последние годы все более широкое применение для разгрузки судов, доставляющих сыпучие грузы, находят передвижные пневматические перегружатели. Основными сыпучими материалами, разгружаемыми при помощи пневматических перегружателей, является зерно и глинозем, что объясняется текучестью этих материалов, благодаря которой отпадает необходимость в непрерывных перемещениях всасывающей трубы перегружателя. В настоящее время проводятся испытания для определения возможности использования пневматических перегружателей при переработке таких материалов, как железная руда, фосфоритная руда, крупнокусковой уголь, бокситы и поташ. Результаты этих испытаний свидетельствуют о том, что использование в сочетании с пневматическими перегружателями механических питателей обеспечивает возможность достаточно эффективной переработки материалов, не обладающих свободной текучестью, хотя при этом наблюдается увеличение потребляемой мощности. Обычно считается, что пневматические перегружатели потребляют в 4 раза больше энергии, чем перегружатели механического типа. Однако следует учитывать, что количество потребляемой энергии зависит от рода перерабатываемого материала. Наблюдающийся рост объема мировой торговли зерном требует создания пневматических перегружателей производительностью до 1000 т/ч. Компания Bühler-Miag создала пневматический перегружатель производительностью до 600 т/ч. Компания Cyclonaire (США) разработала две модели передвижных пневматических перегружателей типа Docksider II, каждая из которых может транспортировать перерабатываемые материалы на расстояние до 300 м. Перегружатель Docksider II-V, предназначенный для переработки таких материалов, как цемент, имеет производительность 100 т/ч. Перегружатель Docksider II-V, оснащенный всасывающим вакуумным насосом, имеет производительность 200 т/ч [120].

Фирма Contact Poweriser (Великобритания) выпускает 5 моделей автоматических программируемых установок для укладки на поддоны пакетов с сахаром массой 1 кг. Производительность установок составляет до 9000 пакетов в 1 ч, но они могут быть применены для работы с мешками с му-

кой или другими материалами массой до 50 кг. На поддон перед укладкой пакетов с сахаром укладывается водонепроницаемый лист. Такой же лист автоматически укладывается после заполнения поддона грузом. Операции загиба этих листов и обматывания поддона пленкой выполняют пневматические устройства с гидравлическими демпферами, снижающими уровень шума и вибрации и позволяющими повысить скорость обработки поддона. В установках вместо конечных выключателей применены полупроводниковые датчики и использован подключаемый штепсельным разъемом программируемый контроллер, имеющий встроенные цепи самопроверки, что сокращает время при ремонте. Они могут работать при автоматическом и ручном управлении, причем переход с одного вида управления на другой возможен без остановки работы. Установки оборудованы магазином, вмещающим до 12 стандартных поддонов, загружаемых вилочным погрузчиком [121].

На базе вычислительной техники фирмы Wang Laboratories, Inc. (США), занимающейся производством печатных и конечных устройств и другого оборудования, внедрена автоматизированная система транспортирования грузов, основу которой составляют 13 электропогрузчиков с индуктивным управлением и 2 вертикальных подъемника. Склады и сборочные участки завода расположены в 3-этажном здании. Электропогрузчики с индуктивным управлением транспортируют поддоны массой до 900 кг, перемещаясь вдоль уложенных в полу на всех трех этажах индуктивного кабеля общей протяженностью 1800 м. Они забирают поддоны с изделиями на погрузочно-разгрузочных станциях и подают их на накопительные конвейеры, питающие вертикальные подъемники. Поддон, доставленный подъемником на соответствующий этаж, также поступает на накопительный конвейер, откуда он забирается другим электропогрузчиком с индуктивным управлением. Каждый электропогрузчик оснащен секцией приводного конвейера и приводными фрикционными колесами. Эти колеса автоматически выдвигаются и входят в соприкосновение с аналогичными фрикционными колесами, установленными на каждой из 26 погрузочно-разгрузочных станций. При соприкосновении фрикционных колес приводится в движение роликовый конвейер погрузочно-разгрузочной станции и поддон с грузом, доставленный электропогрузчиком, перемещается на роликовую секцию этой погрузочно-разгрузочной станции, или, наоборот, поддон с погрузочно-разгрузочной станции перемещается на роликовую секцию. Управление всеми подъемно-транспортными операциями осуществляется с помощью ЭВМ [122].

На складе фирмы "Kearkoop" (Нидерланды) используется наполный штабелер типа Hi-Racker (фирмы "gte Lagersysteme" (ФРГ), оборудованный бортовой микро-ЭВМ, подчиненной ЭВМ склада. Последняя на каждый поступивший груз печатает гуммированную этикетку, прикрепляемую к поддону. Погрузчик доставляет груз к заданному проезду и выставляет его у торца стеллажей. Отсюда груз забирается штабелером, который при движении в проезде удерживается на осевой линии с помощью индуктивных датчиков. Оператор с рабочего места на штабелере с помощью специального шупа считывает информацию с этикетки, вводя ее в память бортовой микро-ЭВМ. Адрес ячейки показывается верхней строкой на цифровом табло в верхней части кабины. После этого штабелер заезжает в проезд, а индикатор на поворотных вилах показывает требуемое направление их поворота. Движение в проезде продолжается до тех пор, пока цифровой индекс вертикального ряда, к которому приблизился штабелер, не совпадает с заданным. Движение грузозахвата в вертикальном направлении также продолжается до совпадения индексов яруса. Только после совпадения двух координат деблокируется привод механизма поворота вил на угол 90° в ту или иную сторону. При неточном совмещении грузозахвата с заданной ячейкой срабатывает звукосигнальное устройство. Попытка продолжения рабочего цикла приводит к автоматическому отключению всех приводов. Аналогичным образом осуществляется выдача продукции со склада. Адрес ячейки в этом случае оператор запрашивает у складской ЭВМ. За 1 ч работы штабелер выполняет до 25 двойных циклов перемещения, т.е. перерабатывает до 50 поддонов. При необходимости предусмотрен переход на ручное управление с клавишного пульта [123].

При решении задачи комплексной автоматизации складских работ проблемой является создание оптимальной системы автоматического управления кранами - штабелерами. Краны - штабелеры, оснащенные устройствами автоматического программного управления, могут быть применены в складских комплексах с любым уровнем автоматизации и для различных схем компоновки складов. Эти устройства обеспечивают автоматическую отработку кранами - штабелерами двух циклов операций: "принять" груз на склад и "выдать" груз. По команде "Принять", задаваемой вместе с адресом ячейки стеллажей, кран - штабелер берет груз с одного из четырех возможных перегрузочных устройств, расположенных в торцах стеллажей, и ставит его в заданную ячейку. По команде

"Выдать" груз выдается из заданной ячейки стеллажей и перемещается на одно из перегрузочных устройств, определяемое технологией работы склада. Все внедренные устройства автоматического управления кранами — штабелерами изготовлены на предприятиях Минэлектротехпрома в виде комплексно поставляемых бесконтактных станций управления на элементах "Логика Т". В настоящее время ведется работа по использованию новых технических средств, в частности — бесконтактных низковольтных комплектных устройств (БНКУ) на элементах "Логика И" в поставке тех же предприятий Минэлектротехпрома и комплекса технических средств для локальных информационно-управляющих систем на микропроцессорной базе КТС ЛИУС — 2 (СКБ САУ) (г. Харьков) [124].

На центральном складе запасных частей автомобильной фирмы "Volvo Truck Corp" (Швеция) для доставки поддонов с запасными частями из зоны приема в зону хранения используется 16 автоматических самоходных тележек грузоподъемностью каждая по 1,5 т, имеющих индуктивное управление, осуществляемое центральной ЭВМ, которая передает командные сигналы через индуктивные катушки, уложенные в полу в ключевых точках маршрута тележек. Грузовые автомобили, доставляющие поддоны с запасными частями, разгружаются вилочными погрузчиками, подающими эти поддоны на роликотные конвейеры. Всего в зоне приема установлено 12 таких конвейеров. В кабине каждого вилочного погрузчика имеется клавишный пульт, с помощью которого водитель погрузчика передает информацию о поступающих поддонах в центральную ЭВМ, откуда передается команда очередной автоматической тележке. В соответствии с этой командой автоматическая тележка забирает поступающий поддон с роликотного конвейера и доставляет его на один из 18 пунктов входного контроля поступающих запасных частей. После контроля поддоны с запасными частями доставляются в зону хранения, рассчитанную на размещение 16875 поддонов. Грузовая платформа каждой автоматической тележки оснащена секцией приводного роликотного конвейера, облегчающего переработку поддонов. Зона хранения оборудована 8-ярусными стеллажами, и обслуживается вилочными погрузчиками и штабелерами, предназначенными для работы в узких межстеллажных проходах. На складе в общей сложности используется 90 вилочных погрузчиков и штабелеров [125].

Автоматические системы управления складами довольно широко используются на крупных промышленных предприятиях.

Обслуживание стеллажей на таких складах ведется автоматическими кранами — штабелерами, часто не сопровождаемыми операторами. На небольших и средних предприятиях экономически нецелесообразно использовать подобные системы. Как правило, здесь на складах используются вилочные погрузчики, управляемые водителем. Водитель не обеспечивается необходимым объемом информации, вследствие чего маршруты движения погрузчиков на складе далеки от оптимальных. Это приводит к неоправданно высоким расходам на эксплуатацию склада. В связи с этим фирма O&K/MBA (Швейцария) предлагает систему, позволяющую автоматизировать управление работой вилочных погрузчиков, обеспечивающих постоянный обмен информацией между центральной ЭВМ и водителем. Для этого вилочные погрузчики оборудуются ИК-приемопередаточным устройством. Информация о проведении необходимой операции и оптимальной последовательности ее выполнения показывается на экране дисплея, находящегося на вилочном погрузчике в поле зрения водителя. Информация на экране удерживается до тех пор, пока водитель не передаст на центральный пункт управления с ЭВМ сообщение о выполнении рекомендации. После этого ЭВМ, автоматически выдает водителю следующее задание. Комплекс устройств, которыми оснащаются вилочные погрузчики при автоматизации его работы, включает также электронные весы. После нажатия водителем соответствующей кнопки дисплей показывает величину массы принятого на вилы груза, а ЭВМ регистрирует эту величину [126].

Фирма Nordlift A/S (Дания) разработала новую автоматизированную систему транспортирования, предназначенную для переработки тяжелых грузов. Основу такой системы составляют грузонесущие тележки с индивидуальным приводом, управление которыми осуществляется с помощью ЭВМ. Тележки перемещаются внутри подвешенного мосторельсового пути коробчатого сечения. В нижней стенке короба имеется сплошная прорезь, через которую проходит грузонесущая штанга тележки. К этой штанге подвешиваются транспортируемые грузы или же с её помощью буксируется напольный погрузчик, предназначенный для переработки грузов на поддонах. Максимальная грузоподъемность такой тележки равна 1180 кг. Тележки могут использоваться попарно для совместного транспортирования единичных грузов. Подвешенный путь для тележки может включать криволинейные участки, поднимающиеся и опускающиеся секции, а также большое количество механизмов перевода на боковые ответвляющиеся пути. Каждая тележка имеет

электродвигатель, коробку передач, управляемые и ведущие колеса и электронный блок управления. Смонтированные на базе управления щетки непрерывно контактируют с шестью параллельными шинами, укрепленными в верхней части корытчатого монорельсового пути, и тем самым обеспечивают питание тележки электроэнергией. Тележка, движущаяся по боковому пути, приближается с замедленной скоростью к основному пути и, если на этом пути поблизости находится другая тележка, то первая тележка останавливается в ожидании, пока тележка на основном пути не удалится на безопасное расстояние. После этого включается механизм перевода и тележка с бокового пути переходит на основной путь. Здесь ее скорость увеличивается и она движется по основному пути до места назначения, где снова переводится на боковой путь. Тележки оснащены механическими или фотоэлектрическими предохранительными устройствами, автоматически останавливающими тележки, если на их пути оказывается человек или другой объект. Максимальная скорость движения тележек по главному пути составляет 120 м/мин. Система управления тележками регулирует скорость их движения, разгон и замедление в зависимости от массы транспортируемых грузов. Подобная система транспортирования смонтирована на автомобильном заводе фирмы "SAAB Scania" близ Трольхеттана (Швеция). В этой системе используется 100 тележек, а общая протяженность ее монорельсовых путей составляет 1200 м. В порту Мальме (Швеция) смонтирована аналогичная система, также насчитывающая 100 тележек, которые используются для буксирования напольных погрузчиков. Эта система перерабатывает до 900 т грузов в день [127].

Компания "Nordic Controls Co" выпускает контроллеры, обеспечивающие плавный пуск трехфазных электродвигателей переменного тока мощностью 1,4 кВт напряжением 200-575 В. Применение контроллера необходимо, если высокий крутящий момент при пуске может вызвать повреждение поднимаемого груза или элементов управления. Контроллер устанавливается между стартером и мотором. Он может быть использован для реверсирования, блокирования, подталкивания и манипуляций переключения скоростей. Фирма "General Electric Information Services Co." разработала автоматическое устройство для обработки информации в распределительных центрах. Оно может применяться вместо печатающего устройства или экранного терминала ввода - вывода данных. Несложные технологические схемы и графики воспроизводятся на экране. Компания "In-

dustrial Robot Div." разработала робот с электронным управлением грузоподъемностью 60 кг с шестью степенями свободы. Робот предназначен для контроля размеров грузосеминки, перемещения грузов с одного места на другое с заданной скоростью, подбора заказов и их размещения. Манипуляции производятся с помощью одного или двух захватных приспособлений. Компания "Scanning Devices Inc" разработала миниатюрный фотоэлектрический прибор для измерения изделий размерами от 50 до 250 мм. Прибор, обладающий временной характеристикой 2 Мс, включает лампу накаливания напряжением 5 В и фототранзистор. Компания "Expert Automation Inc." выпускает роботы с транзисторным контролем для подъемно-транспортных операций с грузами массой до 85 кг. Высота пошема грузов над уровнем пола, на котором монтируется робот, составляет 2,8 м. Для удобства перемещения грузов и установки их в заданное место предусмотрена одна рукоятка. Компания "International Harvester", поставляющая строительные машины и другое оборудование в различные страны мира, ввела новую автоматизированную систему диспетчеризации. Использование этой системы позволяет значительно ускорить поставку запрашиваемого оборудования и сократить транспортные расходы, связанные с ней, при помощи системы осуществляется быстрое отыскание отделения компании, расположенного в непосредственной близости к потребителю [128].

Автоматические электропогрузчики, выпускаемые фирмой "Komatsu Forklift Co. Ltd." (Япония), предназначены для работы на специально оборудованных складах, управляемых центральной ЭВМ. Для индуктивной передачи команд от ЭВМ к таким погрузчикам и ответных сообщений о выполнении операций в полах складских помещений должен быть уложен кабель. Погрузчики, имеющие бортовые приемо-передающие устройства и микропроцессор для управления исполнительными механизмами, работают по определенной программе, составленной в соответствии с выполняемыми ими функциями. Электропогрузчики автоматически движутся, поднимают и опускают поддоны с грузом, укладывают их на стеллажи и удаляют со стеллажей. На погрузчиках установлены ультразвуковые датчики, контролирующие незапятнанность пути, по которому следует машина, и свободность ячейки, назначенной центральной ЭВМ для размещения поддона на стеллаже. Если обнаружено препятствие на пути, электропогрузчик останавливается не далее 3 м от него и с выдержкой времени трижды пытается вновь начать движение. После третьей неудачной попытки в

центральному ЭВМ поступает от погрузчика сообщение о невозможности дальнейшей работы. ЭВМ извещает оператора о необходимости принятия соответствующих мер. Если обнаруженное препятствие движется, погрузчик не останавливается, а снижает скорость до тех пор, пока путь не освободится. При работе по размещению и удалению поддонов ультразвуковые датчики действуют в непосредственной связи с бортовым микропроцессором погрузчика, командующим выполнением всех операций. Если при подходе к стеллажу обнаруживается, что назначенная для поддона ячейка занята, в центральную ЭВМ посылается соответствующее сообщение и погрузчик ожидает ответа, причем в посланном им сообщении указывается свободная ячейка, если такая выявлена в процессе работы при попытке разместить доставленный поддон на стеллаже. В этом случае поддон размещается в свободной ячейке, а в центральную ЭВМ передаются данные о выполненной операции. Если рядом нет свободной ячейки, погрузчик ждет новой команды от центральной ЭВМ. Все указания погрузчикам могут быть переданы только через центральную ЭВМ с ее пульта или с других пультов, соединенных с ней и расположенных в соответствующих пунктах на складе. Такая система управления склада может быть использована для работы по указаниям другой ЭВМ, ведущей обработку документации по поступающим заказам. В результате окажется возможным создание автоматизированного складского комплекса. Окупаемость автоматизированной системы складского хозяйства обеспечивается сокращением затрат на обслуживающий персонал и на отопление и освещение зоны хранения, в которой не должны находиться люди. [129].

Фирмой "Thetrowood Corp" (США) создан робот для выполнения погрузочно-разгрузочных работ с грузами массой до 22,7 кг. Робот имеет 5-коленный рычаг со следящей системой авторегулирования. Он легко программируется, что позволяет обеспечить широкий выбор режимов управления. Объем памяти составляет 200 точек, что позволяет обеспечить выбор произвольной программы, изменение структуры данных и программируемой скорости. Представляется 2 способа программирования. При основной программной системе возможно использование ручного программного устройства. В другом случае программирование выполняется с помощью электронно-лучевой трубки и вводной клавишной системы. Робот действует в радиусе 1,5 м. Гидравлическая приводная система и исполнительный механизм размещаются на площадке размером

0,6 x 0,6 м. Робот может быть смонтирован на колесах и перемещаться на небольшое расстояние. Обеспечивается поворот основания на угол 280° , радиального плечевого рычага на угол 100° , вертикального колена — на угол 280° и наклон кистевого рычага — на угол 210° . Поворот кистевого рычага осуществляется на угол 360° . Скорость поворота — 45° в 1 с. К рычагу может подсоединяться шестой элемент, движение которого управляется с помощью сервоклапанов. Выпускается ряд других моделей роботов, среди которых следует отметить модель для деталей массой до 11,3 кг [130].

Представленный робот может применяться в качестве штабелирующего, а также погрузочно-разгрузочного устройства. Манипулятор робота работает в цилиндрической системе координат. Движение по каждой степени подвижности обеспечивается электродвигателями с регулируемой скоростью. Рабочая зона манипулятора представляет собой часть цилиндрической поверхности с центральным углом 270° . В вертикальном направлении манипулятор может перемещать грузы на расстояние 1800 мм, в горизонтальном направлении — на расстоянии 1300 мм. Кроме того, захват может поворачиваться относительно манипулятора на угол 90° . В качестве захвата может быть использован вакуумный или механический захват известной конструкции. Грузоподъемность манипулятора 130 кг. Максимальная производительность 300 циклов в 1 мин (в рабочей зоне, ограниченной углом 75°). Производственная площадь, занимаемая роботом, примерно в 2 раза меньше по сравнению с известными штабелирующими машинами. Система управления робота построена на базе микрокомпьютера, что позволяет легко перенастраивать робот при изменении, например, структуры слоев штабелей. Робот может работать в паре с автоматической упаковочной машиной, при этом благодаря его высокой производительности устраняется необходимость установки на выходе машины конвейера-накопителя. Стоимость робота 8 млн. руб. [131].

В особом конструкторском бюро технической кибернетики Ленинградского института создан робот МП-12Т второго поколения с адаптивным управлением, предназначенный для автоматизации транспортных операций в производственных цехах. Данная транспортная система без доработки может быть применена для автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных операций в различных отраслях народного хозяйства, в особенности там, где участие человека нежелательно или затруднено. По сравнению с разработанным ранее роботом

"Спрут-1", перемещающимся по монорельсовой трассе, новый робот наземного типа оборудован системой микропроцессорного адаптивного управления с развитыми средствами дистанционного общения с оператором.

Робот состоит из подвижной грузовой платформы на четырехколесном шасси, манипулятора и контейнера электронного оборудования. Конструкция создана на основе взаимозаменяемых модулей (модули звеньев манипулятора, модуль движения платформы, модуль слежения за кондуктором). На шасси снизу установлен датчик слежения за кондуктором в виде светоотражающей ленты, которая определяет путь движения робота. В передней части подвижной платформы установлен датчик безопасности движения, справа на борту платформы - датчик обеспечения режима движения, распознавания объекта и коррекции. Грузовая платформа содержит 10 ячеек для установки тарных ящиков. Ящики имеют номерные кодированные вставки, а ячейки - простейшие считывающие устройства, с помощью которых бортовая мини-ЭВМ получает информацию о назначении груза (номер на вставке соответствует номеру рабочего места, для которого предназначен ящик). Каждое звено манипулятора имеет датчик положения и датчик перегрузки, а захватное устройство, кроме того, оборудовано датчиками наличия предмета и безопасности.

В контейнере электронного оборудования размещены блоки управления приводами, блоки датчиков, блок связи с ЭВМ, бортовая мини-ЭВМ "Электроника-60" модификации 15ВМ16-002, источник электропитания, пульт управления и речевое командное устройство [132].

Приведено описание робототехнической системы для автоматического адресования крупногабаритных деталей, введенной на ПО "Кировский завод". Система применяется для определения крупногабаритных деталей тракторов К-701: кабины, топливных и масляных баков, крыльев, капота, радиатора и др. В настоящее время на ПО "Кировский завод" эксплуатируется робототехническая система, которая содержит семь распознавателей образов и обеспечивает автоматическое заполнение временных складов. Применение одного распознавателя позволяет освободить трех человек при трехсменной работе, повысить надежность распределения деталей по складам. Эксплуатация системы показала ее высокую надежность. Применение системы позволит получить оперативную информацию о деталях, проходящих в различных точках подвеса толкающего

конвейера. Эта информация необходима для построения автоматизированной системы управления тракторным производством. Система может быть использована для автоматического учета деталей, обеспечения запросов на детали с рабочих позиций сборочного конвейера, для автоматического переключения программы окраски деталей, транспортируемых конвейерами. Стоимость системы распознавания образов не превышает 400 р. [133].

На проходившей в апреле 1982 г. в Лондоне выставке складского оборудования фирма Remek Microelectronics (Великобритания) демонстрировала программируемый робот третьего поколения - RAM. Этот самобучающийся робот может выполнять ряд функций грузообработки. Робот RAM стоит 15 тыс. £ ст. Он обладает повышенной точностью позиционирования груза. Он снабжен запоминающим устройством увеличенной емкости, в котором может храниться большое число рабочих программ. Робот RAM уже нашел успешное применение для автоматизации рутинных операций грузообработки, выполнение которых человеком связано с риском несчастного случая или опасностью для здоровья. RAM состоит из стандартных модульных элементов, компоновка которых может быть легко перестроена с учетом меняющихся производственных задач. Конструкторы, работающие над совершенствованием робота RAM, предложили оснастить его рабочие органы фотодатчиками. Это предложение будет реализовано в 1983 г. [134].

Компания Air Technical Industries использует робот, рычаг которого обладает семью степенями свободы. Робот может захватывать и устанавливать грузы массой 907,2 кг. Суженная часть рычага может поворачиваться на угол 360°, охватывая рабочую зону диаметром 12,19 м. Все функции выполняются с помощью гидропривода со следящей системой управления. Рычаг перемещается вверх и вниз, изменяет угол наклона или изгибается и выдвигается наружу и внутрь. Вращающиеся исполнительные механизмы в каждом соединении обеспечивают управление положением. На конце рычага расположена рука с различными взаимозаменяемыми пальцами или присосками. Предусмотрены 3 системы управления: оператором с помощью подвесного пульта, фиксированные последовательные автоматические операции и программируемое управление с помощью ЭВМ [135].

На выставке "Роботы VI" в г. Детройте впервые было представлено более 40 роботов. Фирма IBM показала 2 сборочных робота, оснащенные тактильными и оптическими датчи-

ками. Корпорация Bendix экспонировала 2 электромеханических робота. Два новых робота демонстрировала известная фирма Cincinatti Milacron. Робот типа PUMA экспонировала фирма Unimation. Пять моделей роботов представила корпорация Westinghouse, 2 из которых имеют модульную конструкцию. Также 5 моделей показала фирма General Electric. Четыре - демонстрировала фирма GCA, 3 пневматических робота показала фирма ASEA. Робот фирмы Copperweld Robotics объявлен как первая адаптивная модель с пневматическим терводвигателем. Этот робот снабжен системой технического зрения. Фирма Devilbiss экспонировала робота для дуговой сварки с микропроцессорным управлением и памятью на двойном гибком диске. Ряд фирм уделял внимание использованию систем машинного проектирования и автоматического управления в робототехнических комплексах. На выставке были также продемонстрированы системы технического зрения (распознавания образов) для роботов и новые типы систем их управления [136].

В г. Милане состоялась 5-я выставка промышленной автоматизации и роботов. По ее результатам делаются 2 основных вывода: в настоящее время большое число фирм занимается робототехникой; манипуляторы роботов должны иметь 3 степени подвижности и более. Дан краткий обзор наиболее интересных моделей роботов, представленных на выставке. В Милане демонстрировались роботы, предназначенные для различных применений: обслуживание металлорежущих станков, дуговая сварка, окраска, сборка, контроль геометрических режимов. Отмечены модели фирм Polletti and Osta, AISI, Basfer, Sferoni (Италия), Carl Cloos (ФРГ), ASEA (Швеция). Особо выделена последняя модель сборочного типа OSAI фирмы Olivetti (Италия). Робот имеет 2 рабочих стола и 2 или 3 манипулятора. Кроме того, он оснащен системой технического зрения, позволяющей фиксировать наличие деталей в рабочей зоне и определять их координаты и ориентацию [137].

Характеризуется ряд типов интеллектуальных датчиков, разработанных для роботов. Датчики осуществляют предварительную обработку данных, используя для этих целей микропроцессоры. Датчики восприятия изображений позволяют идентифицировать детали и определять их положение и ориентацию. Идентификация осуществляется по параметрам, полученным в результате операций предварительной обработки (подавление помех, увеличение контрастности, определение контура), сег-

мерташи (выделение контура), описание силуэтов, параметризация (определение центра тяжести длины контура и т.п.). ИК-датчики для измерений в ближней зоне могут использоваться для определения расстояний и распознавания формы. Тактильные датчики точечного и матричного типов служат в качестве детекторов присутствия деталей и для решения простых задач распознавания образов. Пьезоэлектрические датчики, измеряющие усилия, могут применяться в роботах, предназначенных для сборочных работ. Датчики измерения координат (двухмерных и трехмерных) положения деталей могут применяться не только в робототехнике, но и в системах управления [138].

5. Складское оборудование и организация работ на складах

Институты Гипростройдормаш (г. Ростов-на-Дону), Ленгипроэнергомаш совместно со Специальным конструкторским бюро складского оборудования, механизации и автоматизации складов (г. Москва) участвовали в проектировании для второй очереди завода "Атоммаш" (г. Волгоград) семи складов с применением автоматизированных стеллажных кранов - штабелеров. Три из них предназначены для хранения длинномерных грузов, четыре - для грузов в таре и на поддонах, табл. 1.

Первые три склада будут использованы для приема, хранения и выдачи заготовок длинномерного (от 4 до 9 м) сортового и профильного проката черных металлов в специальных секционно-шарнирных поддонах. Наибольшая высота складирования длинномерных грузов 8,4 м. По компоновке склад является проходным и состоит из трех участков: приемной экспедиции, отделения хранения грузов и экспедиции отправки. Склад оборудован четырьмя кранами-штабелерами, четырьмя приемными рольгангами, двумя односторонними и тремя двусторонними стеллажами, четырьмя рольгангами выдачи длинномерных грузов в производство.

Поддоны из листовой стали выполнены в виде желобов прямоугольного сечения. При установке поддона в стеллаж его секция опирается на две консоли. Поддоны такой конструкции приспособлены для транспортирования кранами-штабелерами, оснащенными телескопическими захватами или мостовыми кранами. При перемещении груженых поддонов на крюке мостового крана поддон может изгибаться в шарнирах и под действием собственного веса принимать форму перевозимого проката. Мостовыми кранами можно доставлять также порож-

Таблица 1

Техническая характеристика складов

Показатели	Склад для длин- номеров	Склад для тар- ного хранения заготовок
Общее количество ячеек в стеллажах, ед	560	2720
Число ярусов, ед	10	10
Грузовместимость ячейки, т	5	1
Размеры тары (поддона), мм	8200×610×500	800×1200×750
Ширина прохода между стеллажами, мм	1250	1400
Расстояние от пола скла- да до нижней ячейки, мм	950	750
Грузоподъемность крана- штабелера, т	5	1
Максимальная высота подъема груза, мм	8550	8740
Скорости крана-штабеле- ра (м/мин) при		
передвижении	63	125
подъеме груза	12,5	25
выдвижении захвата	8	8
Напряжение, В	380	380
Установленная мощность, кВт	174	45,5

ные поддоны, поскольку они оборудованы упорами, которые ограничивают взаимный поворот секций. Стеллажное хранение длинномерных грузов с применением специальных поддонов обеспечивает доступ к любому из грузов, находящихся в складе, улучшает условия их хранения и транспортирования.

Мостовой кран укладывает поддоны с грузом на загрузочные приводные роляганги, каждый из которых состоит из чередующихся приводных и не приводных роликов, смонтированных на раме. Вращение от привода к приводным ролям передается втулочно-роликowymi цепями. Все ролики имеют реборды, которыми поддон при движении направляется в зону действия крана-штабелера.

Краны штабелеры устанавливают поддоны с длинномерным грузом в стеллажи и вынимают их оттуда.

Стройки стеллажей снабжены консольными полками. В крайних продольных рядах стоек полки размещены только с одной стороны, а в остальных рядах стоек — с обеих сторон.

Для склада применены автоматизированные стеллажные краны-штабелеры грузоподъемностью 5 т конструкции СКБС (г. Москва), выпускаемые серийно Стахановским машиностроительным заводом. Можно управлять кранами-штабелерами дистанционно со стационарного пульта или при помощи индивидуального пульта, которым оснащён каждый кран. Кроме того, можно им управлять из кабины (при наладке кранов-штабелеров, отказах системы автоматики и т.п.)

Положение кранов-штабелеров в пространстве стеллажей фиксируется датчиками, расположенными по горизонтали вдоль подкранового пути и по вертикали — на колонне крана.

Для управления всеми складами с автоматизированными кранами-штабелерами на заводе в будущем предусмотрено применение ЭВМ, что позволит выполнить все современные требования, предъявляемые к складам при обоих способах хранения грузов.

Автоматизированная система учета грузов будет способствовать обеспечению очередности обработки грузов в необходимом для производства порядке.

Разработано также четыре механизированных склада для хранения мелкого литья, заготовок из углеродистой и легированной стали в стандартной таре (1200×800×750 мм) на поддонах (размерами в плане 1200×800 мм). Их оснащают автоматизированными стеллажными кранами-штабелерами грузоподъемностью 1 т.

По компоновке склады делят на проходные и тупиковые. Они отличаются друг от друга количеством оборудования и размерами стеллажей.

Склад проходного типа имеет приемную экспедицию, отделение хранения грузов и экспедицию отправки. Он состоит из трех многоярусных двусторонних стеллажей, обслуживаемых

ремя кранами-штабелерами, трех перегрузочных устройств на загрузке и столько же на выдаче из склада. Тара перемещается длинной стороной (1200 мм) поперек прохода. Грузовую тару электропогрузчиком подают на специальные перегрузочные устройства, имеющие раму с направляющими швеллерами, внутри которых движется платформа с подставками для тары. Привод платформы — с барабаном для канатной тяги.

Выполненные из стальных конструкций стеллажи предназначены для многоярусного хранения грузов в производственной таре, а также для установки рельсовых и направляющих путей кранов-штабелеров. В каждой ячейке стеллажа, образованной вертикальными стойками из гнутых швеллеров и поперечными несущими полками из углового профиля, хранятся одна тара с заготовками. Для увеличения жесткости стеллажей в продольном направлении участки стеллажей, располагаемые один от другого на определенном расстоянии, связаны раскосами (из круглой стали) с винтовыми стяжками. В поперечном сечении стеллажи представляют собой две секции, состоящие из двух одинарных стеллажей с проходом для передвижения кранов-штабелера.

Затаренные грузы перерабатывают по следующей схеме. Заготовки в таре электропогрузчиком подают на приемную платформу перегрузочных устройств, которые перемещают их в зону действия кранов-штабелеров. Последние транспортируют тару с заготовками из экспедиции приема в соответствующую ячейку стеллажей отделения хранения и далее по мере необходимости в экспедицию отправки через другое перегрузочное устройство при проходном (поточном) варианте склада. При тупиковом варианте краны-штабелеры принимают и отправляют груз с одной стороны, но также при помощи двух разных перегрузочных устройств [140].

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта проведена работа по созданию инерционной машины, названной Мир-1 и предназначенной для выгрузки картофеля из крытых вагонов при перевозке навалом.

На большинстве плодоовощных предприятий страны картофель после перегрузки навалом выгружают из крытых вагонов вручную, причем часовая производительность труда грузчиков колеблется в пределах 0,5 — 1 т/ч. Это приводит к сверхнормативным простоям вагонов под выгрузкой.

Таким образом, повышение уровня механизации и автоматизации производства на плодоовощных предприятиях — одна из актуальных задач в реализации Продовольственной программы СССР.

На Невской плодовоовощной базе Ленинграда введен в промышленную эксплуатацию механизированный комплекс для выгрузки и складирования навалного картофеля.

Основой комплекса является высокопроизводительная инерционная разгрузочная машина для зерна, разработанная в 1964 г. ВНИИЖТом и серийно выпускаемая с 1979 г. Ленинградским заводом ПТО им. С.М. Кирова. Она использована для выгрузки картофеля. Стоимость комплекса составила более 900 тыс. руб.

При разгрузке вагонов с картофелем с помощью инерционных машин механические повреждения клубней практически сводятся к минимуму. В 1980-1981 гг. на Ленинградских плодовоовощных базах были смонтированы еще три инерционные машины типа ИРМ-8. Стоимость комплексов с этими машинами удешевлена до 600 тыс. руб. за счет исключения части оборудования. Коэффициент использования машины ИРМ-8 по времени в течение года не превышает 0,1. Совершенно очевидно, что строить подобные машины на каждой плодовоовощной базе экономически нецелесообразно. Учитывая сезонность поступления картофеля и корнеплодов на плодовоовощные базы и их емкость (не превышающую 25-40 тыс. т), соответственно должна быть и стоимость разгрузочного оборудования, поэтому во ВНИИЖТе велись работы по совершенствованию инерционной разгрузочной машины, в частности разработана машина Мир-1.

Техническая характеристика машины Мир-1

Производительность (при разгрузке картофеля), т/ч	120
Длина разгружаемых вагонов по осям автоцепок, мм	до 16400
Максимальная амплитуда колебаний, мм	
горизонтальных	90
вертикальных	25
Углов наклона опорных рычагов, град	65
Суммарный дисбаланс возбудителей колебаний, кН·м	13
Жесткость опорных пружин, м/см	8

Общая установленная мощность электродвигателей, кВт	72
Общая масса машины, т	30
Масса колеблющихся частей машины, т	20

Она состоит из следующих основных узлов: собственно инерционной машины, выполненной в виде прямоугольной сборно-разборной рамы, опирающейся на четыре рычажно-пружинные опоры, гидро- и электро-приводов с пультом управления, фундамента со специально уложенным железнодорожным путем, и оборудования для транспортирования выгруженного груза.

Машина Мир-1 в отличие от машины ИРМ-8 не имеет моста, являющегося самым металлоемким узлом и требующего подземного помещения емкостью 275 м³. Фундаментом машины Мир-1 служит железобетонная плита, толщина которой определяется величиной промерзания грунта. Количество опорных пружин у нее по сравнению с машиной ИРМ-8 уменьшено вдвое. Ее металлоемкость вдвое меньше металлоемкости машины ИРМ-8, соответственно ниже и стоимость. Стоимость же фундамента ниже в 10-15 раз.

Угол поперечного наклона пути на машине ИРМ-8 составляет 10°, у Мир-1 он уменьшен до 7°. Это позволяет беспрепятственно пропускать через машину не только вагоны, но и локомотивы, что создает дополнительные эксплуатационные удобства [141].

В институте "Гипроуглемаш" Минуглепрома СССР разработан комплекс средств механизации тяжелых и трудоемких процессов грузообработки овощей и корнеплодов при закладке их на хранение на овощных базах.

Научно-исследовательским институтом картофельного хозяйства Минсельхоза РСФСР (НИИХ) проведено комплексное исследование трудоемкости процессов на всех стадиях, начиная от закладки сельскохозяйственной продукции на хранение и кончая ее отгрузкой для реализации. Выпускаемая и принимаемая в настоящее время на овощных базах отечественная техника (транспортёр-загрузчик картофеля ТЗК-30, транспортёр-подборщик картофеля ТПК-30, стационарный контейнеро-опрокидыватель и др.) отличается недостаточными производительностью и надежностью в процессе эксплуатации. Имеющиеся средства не охватывают всего комплекса процессов грузообработки.

На основе технологических процессов и рекомендаций специалистов НИИХ была установлена необходимость создания

ряда взаимосвязанных машин, позволяющих механизировать грузообработку картофеля, хранящегося навалом и в контейнерах, разгрузку бортовых автомобилей, перегрузку картофеля из вагонов в автомобили и из них на хранение. Для механизации указанных процессов сотрудниками Гипроуглемаша разработаны на уровне изобретений следующие машины и оборудование.

Ковшовый погрузчик типа ПК-3М (а.с. 738975) предназначен для подачи картофеля и других корнеплодов из бурта на переборочные столы, погрузки в контейнеры и автотранспортные средства, а также для погрузки отходов, уборки мусора и разгрузки железнодорожных вагонов. В качестве базового использован электропогрузчик ЭП-103, широко применяемый на овощных базах. Он оснащается сменным поворотным ковшом с приводом от гидроцилиндра, подключенного к гидросистеме электропогрузчика.

Техническая характеристика погрузчика ПК-3М

Вместимость ковша, м ³	0,5
Производительность, т/ч	20
Усилие черпания, кН	11,5
Угол поворота, град;	
при черпании	65
при высыпании	70
Масса ковша с гидروприводом, кг	240
Наибольшая высота разгрузки, мм	2650

Монтаж ковша на электропогрузчике выполняют двое рабочих за 0,5 ч. Опытные образцы ковшового погрузчика, изготовленные Малаховским экспериментальным заводом института "Гипроуглемаш", прошли государственные испытания на Дмитровской овощной базе и рекомендованы к серийному производству. На овощных базах Москвы работают свыше 200 таких погрузчиков.

Универсальный контейнероопрокидыватель типа КУ-1М (а.с. 765205) предназначен для подачи контейнеров (ящичных поддонов) под погрузку, установки их в штабеля и захвата из штабелей, высыпания содержимого контейнеров (поддонов) в кузова автомобилей, бункеры, дозаторы.

Контейнероопрокидыватель также является сменным обо-

рудованием электропогрузчика ЭП-103. Он состоит из вил, с помощью которых захватывается контейнер (поддон), и гидравлического прижима. Вилы с гидравлическим прижимом, удерживающие контейнер (поддон) гидроцилиндра имеют возможность поворачиваться относительно горизонтальной оси на 180° , в результате и осуществляется освобождение контейнера от ссыпного.

Опытные образцы КУ - 1М изготовлены Малаховским экспериментальным заводом Гипроутлемаша, прошли государственные испытания на Дмитровской овощной базе и рекомендованы для серийного производства. На овощных базах Москвы уже работают около 200 контейнероопрокидывателей.

Техническая характеристика контейнероопрокидывателя КУ-1М

Наибольшая масса контейнера при работе с гидropriжимом, кг	500
Расстояние между прижимом и вилами, мм	
наименьшее	670
наибольшее	1130
Угол поворота контейнера, град	180
Наибольшая высота разгрузки, мм	2650
Ход прижима, мм	220
Время цикла опрокидывания контейнера, с	3
Масса навесного оборудования контейнероопрокидывателя с гидropriводом, кг	140

Разработан универсальный передвижной разгрузчик (а.с. 732192) для выгрузки картофеля из бортовых автомобилей и полуприцепов всех моделей.

Опытный образец разгрузчика изготовлен Малаховским экспериментальным заводом и прошел испытания на Дмитровской овощной базе. Применение этого агрегата уменьшает время простоя бортовых автомобилей в 6-8 раз по сравнению с ручной разгрузкой, снижает трудоемкость разгрузки в 8-9 раз и повреждаемость картофеля в 5-8 раз.

Универсальный погрузочно-разгрузочный агрегат типа АПР-200 предназначен для перегрузки картофеля, капусты и других овощей на железнодорожных станциях, погрузочных

площадках овощных баз и для закладки продукции при навалном и полетном (в ящичных поддонах) способах хранения. Применение агрегата позволяет принимать продукцию из вагонов, самосвалов, бортовых автомобилей и полуприцепов при работе их с автомобилеспрокидывателем, укладывать принимаемую продукцию в бурты высотой до 5,5 м, грузить из буртов в любые транспортные средства при высоте погрузки до 5,5 м [142].

Автоматизированный складской комплекс типа САШ-1 предназначен для складирования штучных грузов. Он состоит из следующего оборудования: электротелефера с боковыми захватами, подвешенного на двутавровой балке; двухсекционного конвейера и установленного в его конце подъемного стола; перегружателя, перемещающего грузы с подъемного стола на один из восьми приемных столов, установленных в торцах восьми стеллажей и обратно. В четырех проходах между стеллажами работают стеллажные краны-штабелеры с выдвижными вилочными захватами. Управляется комплекс с центрального пульта.

Двухсекционный конвейер служит для накопления и транспортирования грузов к пульту управления при загрузке склада и при отгрузке грузов со склада. Наклонная и горизонтальная секции имеют отдельные приводы. В качестве грузового настила наклонной секции служат пластины, закрепленные на трех параллельных цепях, а горизонтальной секции — пластины, закрепленные на двух цепях. Обе секции конвейера работают в шаговом или непрерывном режимах соответственно для накопления или транспортирования грузов. Подъемный стол, установленный в конце горизонтальной секции, служит для отрыва груза от поверхности настила конвейера при загрузке склада, приема груза с перегружателя и опускания его на настил при разгрузке.

Перегружатель представляет собой тележку, передвигающуюся на двухрельсовой колее на четырех колесах. Он снабжен телескопически выдвижным вилочным захватом двустороннего действия к подъемному и приемному столам. На перегружателе смонтированы токосъемники, взаимодействующие с троллеями, расположенными вдоль трассы движения. Перегружатель из исходного положения у подъемного стола включает оператор с пульта. Дальнейшее его движение происходит автоматически.

Центральный пульт управления позволяет управлять всеми механизмами транспортно-складской системы. Здесь установ-

лены четыре считывающих устройства (по одному на каждый штабелер), восемь загрузочных бункеров для программноносителей (по два бункера к каждому считывающему устройству), четыре приемных бункера и панель управления. Считывающее устройство предназначено для выдачи разрешающего сигнала крану-штабелеру на выполнение заданной операции (загрузка, выгрузка) при подаче в него программноносителей. Программноносители служат для адресования стеллажных кранов-штабелеров к ячейкам стеллажей, причем каждой ячейке соответствует один программноноситель с определенным кодом. Загрузочный бункер предназначен для накопления программноносителей при загрузке склада. Программноносители попадают в приемный бункер после прохождения через считывающее устройство.

Техническая характеристика комплекса САШ-1

Грузоподъемность, кг	100
Производительность, ед/ч	100
Габаритные размеры груза, мм	800 × 600 × 500

Комплексы складского оборудования САШ-1 изготовлены Киевским опытным заводом торгового машиностроения.

Механизированный складской комплекс типа СМК-1 предназначен для складирования пакетированных грузов и состоит из стеллажных кранов-штабелеров, сборно-разборных стеллажей, поворотных столов, пультов управления, силовых и релейных шкафов.

Поворотный стол представляет собой тележку, передвигающуюся по двухрельсовой колее с помощью каната, наматываемого на электролебедку. Тележка состоит из колесной рамы, на которой установлена поворотная платформа с четырьмя опорами по краям для установки пакетов, перемещаемых из зоны работы электропогрузчика к крану-штабелеру.

Сборно-разборные стеллажи склада состоят из стоек с отверстиями для перестановки полок по высоте. Две первые и последние стойки стеллажа скреплены стяжками. Верхние концы каждой стойки связаны поперечными, соединяющими между собой два стеллажа, разделенных проходом. Это обеспечивает устойчивое положение стеллажей. Длину стеллажей можно изменять по требованию заказчика.

Техническая характеристика комплекса СМК-1

Грузоподъемность, кг	500
Производительность пакетов в час	45
Габаритные размеры грузового пакета, мм	1200 × 800 × 1140
Высота склада, м	6

Комплексы СМК-1 серийно изготавливают на Комиссаровском заводе торгового машиностроения. Они установлены и эксплуатируются на Ереванской текстильной базе Армтекстильторга и на одном из заводов гражданской авиации [143].

Разработана новая разновидность высокопроизводительного крана-штабелера порталного типа, грузовой захват которого выполнен на всю длину стеллажной полки и может укладывать штучные грузы пакетами без поддонов или же складировать в стеллажах различные крупногабаритные грузы, например, листовые длинномерные материалы.

Склад, оборудованный таким краном-штабелером и передвижными стеллажами, в течение нескольких лет успешно эксплуатируется на одном из приборостроительных заводов. Здесь смонтированы восемь передвижных стеллажей, один из которых имеет привод, позволяющий раздвигать стеллажи для образования прохода между ними при выполнении грузовых операций. Каждый стеллаж представляет собой напольную тележку, на которой установлены стойки с консольными полками. Расстояние между полками уменьшается по мере возрастания высоты стеллажа от 1000 до 2250 мм.

Металлоконструкция крана-штабелера смонтирована на двух опорных тележках. По вертикальным образующим портала перемещается грузовой захват, расположенный вдоль стеллажных полок и выполненный в виде гребенки с вертикальными ребрами, верхние торцы которых служат опорной поверхностью для пакета грузов. При взаимодействии захвата со стеллажными полками вилочные элементы полок проходят между ребрами захвата, полностью утапливаясь в них. Механизм передвижения крана-штабелера расположен на его опорной тележке, а механизм подъема грузов на верхней раме.

Грузоподъемность крана-штабелера составляет 3,2 т, а каждого стеллажа 26,4 т. Высота подъема груза 6,5 м, скорость передвижения стеллажей 27 м/мин. Общая вместимость такого склада 208 т, площадь 430 м². Годовой экономический эффект 35 тыс. руб.

В настоящее время создана более совершенная модификация склада универсального применения с унифицированной грузонесущей конструкцией, которая позволяет использовать складское оборудование для хранения самой разнообразной продукции (метизов, штампов и пресс-форм, проката и т.д.) в любой отрасли народного хозяйства.

На таком складе установлены стеллажи с консольными кронштейнами. Кран-штабелер перемещается по рельсовым путям, смонтированным поверху стеллажей. На раме крана-штабелера смонтированы складывающиеся шарнирно-рычажные механизмы с консольными подхватами, приспособленными для съема и транспортировки полок. Полки стеллажей выполнены в виде решеток для возможности взаимодействия с роликовым столом, на котором формируются комплекты грузов.

Краном-штабелером можно укладывать полки или штанги с грузами на консольные кронштейны стеллажей в несколько рядов по горизонтали, что резко повышает степень полезного использования объемов складских помещений.

Система автоматического управления комплексом складского оборудования, включающим широкозахватный кран-штабелер, обеспечивает автоматический, полуавтоматический и ручной режимы работы. Ручной режим является настроечным и позволяет управлять приводами крана-штабелера с навесного пульта.

Универсальность и простота конструкции, высокая производительность описанного оборудования, эффективное использование объема складского помещения позволяют в 2-3 раза снизить приведенные расходы на тонну перерабатываемых грузов [144].

Напольный штабелер предназначен для использования на стеллажах складах металлопроката и других длинномерных материалов. Их хранение предусмотрено в специальных контейнерах на роликах с высотой борта 200-300 и 1500 мм. Низкобортные контейнеры предназначены для профильного проката и труб, а высокобортные для листового металла, устанавливаемого в них вертикально.

При помощи штабелера контейнеры торцами вталкивают в соответствующие ячейки стеллажей. При этом опорные ролики контейнеров последовательно перекатываются с направляющих подъемной платформы штабелера на консольные направляющие стеллажа. Перемещение контейнера из ячейки стеллажа на подъемную платформу штабелера выполняется после предварительного совмещения ее направляющих с консольными направляющими стеллажа.

Штабелер представляет собой самоходную тележку, перемещающуюся между блоками стеллажей по рельсовому пути с шириной колеи 4 м. На тележке закреплены четыре колонны, по направляющим которых движется подъемная платформа, несущая на себе кабины с пультами управления и тигговую каретку, снабженную крюками для захвата торцовой скобы контейнера при вытягивании его на платформу либо вталкивании в ячейку стеллажа.

Перемещение штабелера вдоль стеллажей, подъем и опускание платформы можно вести на двух скоростях.

Управляют штабелером с одного из четырех пультов, находящихся с обеих сторон платформы.

Техническая характеристика штабелера.

Грузоподъемность, т	3
Скорость, м/мин:	
горизонтального передвижения	15
подъема платформы	8
передвижения каретки	8
Наибольшая высота подъема	
платформы, м	4,6
Наименьшая высота обслуживания	
стеллажа, м	5
Токопровод	троллейный
Питание штабелера переменным	
током, В	220/380
Масса, т	14,2

Основными преимуществами применения штабелера с торцовой укладкой грузов являются: высокий коэффициент использования объема складского помещения; возможность подъезда автомобилей непосредственно в зону работы штабелера, снижение численности работающих на складе на 2-3 чел. Сметная стоимость его изготовления 26,5 тыс. руб. [145].

ВЫВОДЫ

Для развития механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ на промышленном транспорте в народном хозяйстве разработали специальную программу и утверждены меры предусматривающие дальнейшее развитие трудоемкости погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ.

Совершенствование работ в одиннадцатой пятилетке предусматривает:

1. Качественное изменение структуры парка средств механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ.
2. Широкое развитие АСУ, применение ЭВМ, создания и внедрения автоматизированных складов во всех отраслях народного хозяйства.
3. Серийный выпуск универсальных промышленных роботов с сервомеханическим приводом и др.
4. Дальнейшее развитие пакетных перевозок, выпуск платформоформирующих машин, применение специальных погрузчиков-пакетовозов.
5. Улучшение конструкции и специализация подвижного состава, для обеспечения скоростной погрузки и разгрузки вагонов.
6. Совершенствование структуры и функций управления на основе концентрации и специализации производства и эксплуатации подъемно-транспортной техники и складских работ.

Реализация перечисленных мероприятий обеспечит повышение уровня механизации и автоматизации подъемно-транспортных работ, позволит сберечь на этих работах миллионы человеко-часов трудовых затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Загородний И.П., Тыщенко Ю.И., Лашоних А.А., Гратенко В.И. Целевая программа сокращения ручного труда на грузопереработке "Механизация и автоматиз. пр-ва", 1981, № 10, 6-9 (РЖПТ, 1982, 4667)
2. Аникин В.И., Бенуа Э.Ф., Богачев И.В. Отраслевая программа комплексной механизации грузопереработки "Промышленный тр-т" № 1, 1982, 16 (РЖПТ, 1982, 5544)
3. Сахаров Э.О. Целевая комплексная программа создания и производства средств для грузопереработки "Промышленный тр-т" № 2, 1982, 2-3 стр. (РЖПТ, 1982, 751)
4. Самойлович С.Д. Проблемы грузопереработки на предприятиях черной металлургии "Промышленный тр-т" № 6, 1981, с. 4.
5. Иванов Е.Г. Комплексная отраслевая программа "Промышленный транспорт" № 4, 1981, с. 4-5

6. Пиньковский У., Батаев В.А. Об одном направлении механизации погрузочно-разгрузочных работ "Промышленный тр-т" № 2, 1982, с. 7.
7. Орловский А.Д. Осуществить программу сокращения тяжелого ручного труда "Пром. тр-т", № 6, 1981, с. 2
8. Смык А.Ф., Солнцева О.Н. Для предприятий химического машиностроения "Пром. тр-т" № 6, 1981, с. 3.
9. Рихтер Е.Б., Крохмалев Ю.В. Для грузопереработки взрывчатых веществ "Пром. тр-т" № 1, 1983, с. 7.
10. Бяненда Ю.П. Совершенствование оборудования и средств механизации ПРТС работ "Опыт разраб. и внедрения прогресс. средств механиз. и автоматиз. ПРТС работ. Материалы краткосрочного семинара" Л. 1980, 19-13 (РЖПТ, 1981, 3Б1)
11. Ильин В.И. Комплексное совершенствование организации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ "Технол. основы повыш. качества продукции в станкостр." М. 1980, 109-115 (РЖПТ, 1981, 3Б176)
12. Гринфельд А.Г. Стандартизация средств механизации ПРТС работ "Пром. трансп", 1981, № 8, 20 (РЖПТ, 1982, 3Б1)
13. Опыт внедрения пакетных и контейнерных перевозок. Материалы семинара. Моск. Дом научно-технической пропаганды им. Ф.Э. Дзержинского, М., 1982, 3.
14. Новофастовский Е.И. Для дальнейшей механизации подъемно-транспортных работ. "Пром. трансп., 1981, № 5, с.3.
15. Комаров В.В. Комплексная механизация погр.-разгрузочных транспортных и складских работ "Строит. и дор. машины", 1981, № 7, 21-23.
16. Данилов Э.А., Ситников А.П. Средства механизации погр.-разгрузочных и складских работ "Строит. и дор. машины", 1982, № 1 (рус.) 24-25.
17. Рутевская Р.Н., Шмонин А.А., Быстрицкий В.Н. Механизация погр.-разгрузочных и складских работ в цветной металлургии "Цв. металлургия", 1982, № 18, 28-30.
18. Хрусталев Н.В. Комплексная механизация подъемно-транспортных работ "Машиностроитель", 1981, № 7, 16-18.
19. Романов В.Е. Состояние и перспективы развития комплексной механизации и автоматизации транспортных, погр.-разгрузочных и складских работ на предприятиях подотрасли "Электротехн. пром-ть. Общепромысл. воспр." 1980, № 12, 17-18 (РЖПТ, 1981, 7Б3)

10. "TÜ", 1981, 22, № 1, 26-28 (РЖПТ, 1981, 4Б1)
21. "Can Transp. and Distrib Manag", 1982, 85, № 2, 57-58 (РЖПТ, 1982, 5Б11)
22. "Freight Manag.", 1982, 10, № 184, 40-41 (РЖПТ, 1982, 12Б60)
23. "Storage Handl Distrib", 1980, 24, № 8, 65 (РЖПТ, 1981, 4Б2)
24. Хоменко В.М. Об одной модели погрузочно-транспортного комплекса "Упр. динамич. системами при исполн. инф". Новосибирск, 1982, 122-128 (РЖПТ, 1983, 4Б1)
25. "Chem. Techn" (DDP), 1982, 34, № 12, 631-633 (РЖПТ, 1983, 4Б2)
26. "Mod. Mater. Hanal", 1982, 37, № 3, 121, 125, 129, 133, 141, 144 (РЖПТ, 1982, 9Б6)
27. "Vsin pav", 1982, № 20, 138, 139 (РЖПТ, 1982, 10Б5)
28. Иванов Е.Е., Сергомасов В.Д., Хартанович В.Г. "Пром. тр-т" 1981, № 7.
29. Грабильцев Ю.А. Перспективы производства машин напольного электротранспорта "Пром. тр-т", 1981, № 4.
30. Петренко О.С. Малогабаритные вилочные автопогрузчики "Пром. тр-т" 1981, № 6, 19
31. Андрухова В.М. Электропогрузчик ЭП-0806 "Пром. тр-т" 1980, № 9, 17 (РЖПТ, 1981, 4Б15)
32. "Materialfluss", 1981, № 2, 44-45 (РЖПТ, 1981, 7Б136)
33. "Ladern and fordern", 1982, № 1, 6-8 (РЖПТ, 1982, 7Б19)
34. "Mater. Handl. News" (Gr. Brit.), 1981, № 284, 12-13 (РЖПТ, 1981, 12Б16)
35. "Mater Handl. News" (Gr. Brit.), 1981, № 285, 24 (РЖПТ, 1981, 12Б18)
36. Погрузчики с улучшенной безопасностью работы водителя "Bobcat loaders set new safety standards" "Freight and Container Transp.", 1981, 15, № 9, 32 (англ.)
37. "Storage Handl. Distrib", 1981, 25, № 9, 64 (англ.) (РЖПТ, 1982, 5Б27)
38. "Mater. Handl. News" (Gr. Brit.), 1981, № 284, 20 (РЖПТ, 1981, 12Б20)
39. "Storage Handl. Distrib.", 1981, 25, № 7, 7 (РЖПТ, 1982, 3Б16)
40. "Storage Handl. Distrib.", 1982, 26, № 5, 7 (РЖПТ, 1982, 12Б19)

41. "Mod. Mater. Handl.", 1982, 37, № 10, 45 (РЖПТ, 1982, 12Б21)
42. "Gieberei-Praxis", 1982, № 13/14, 231 (РЖПТ, 1982, 12Б23)
43. "Polym. Paint Colour J.", 1982, 172, 4079, 617-619 (РЖПТ, 1982, 12Б24)
44. "Mater. Handl. News", 1981, № 289. (РЖПТ, 1982, 3Б14)
45. "Storage Handl. Distrib.", 1981, № 288, 47-48 (РЖПТ, 1982, 3Б18)
46. "Mater. Handl. News" (Gr. Brit.), 1981, № 288, 14 (РЖПТ, 1982, 3Б19)
47. "Freight and Container Transp.", 1981, 15, № 6 (РЖПТ, 1982, 3Б20)
48. "Fördertechnik", 1980, 49, № 8-9, 41-57 (РЖПТ, 1981, 3Б19)
49. "Fördermittel J.", 1980, 12, № 12, 26, 28 (РЖПТ, 1981, 3Б20)
50. "Transp. und Lager", 1980, 29, № 12, 65, 67 (РЖПТ, 1981, 3Б30)
51. "Storage Handl. Distrib.", 1980, 24, № 8, 25 (РЖПТ, 1981, 3Б31)
52. "Mater. Handl. News" (Gr. Brit.), 1980, № 276, 91 (РЖПТ, 1981, 3Б32)
53. "Contain. Int.", 1980, 14, № 11, 79, 81, 83 (РЖПТ, 1981, 3Б36)
54. "Brauwelt", 1982, 122, № 40, 1766-1767; 1770-1772 (РЖПТ, 1983, 3Б9)
55. "Mater. Manag. and Distrib.", 1982, 27, № 10, 30 (РЖПТ, 1983, 3Б10)
56. "Engineering", 1982, 222, № 11, 836-837 (РЖПТ, 1983, 3Б11)
57. "Exrav. Contract", 1982, 76, № 9, 21 (РЖПТ, 1983, 3Б12)
58. "Mater. Handl. News" (Gr. Brit.) 1980, № 276, 26 (РЖПТ, 1981, 4Б13)
59. "Mater. Handl. News" (Gr. Brit.) 1981, 30, № 6, 106 (РЖПТ, 1981, 12Б21)
60. "Mod. Mater. Handl.", 1982, 37, № 10, 42 (РЖПТ, 1982, 12Б17)
61. "Storage Handl. Distrib.", 1982, 26, № 5, 59 (РЖПТ, 1982, 12Б18)
62. "Traffic Manag.", 1980, 19, № 9, 114 (РЖПТ, 1981, 4Б16)

63. "Freight and Container Transp.", 1980, 14, № 6, 22-26 (РЖПТ, 1981, 4Б17)
64. "Storage Handl Distrib.", 1980, 24, № 8, 7 (англ)
65. "Storage Handl Distrib.", 1980, 24, № 8, 84 (РЖПТ, 1981, 4Г4)
66. "Plant Eng.", (USA), 1981, 35, № 11, 158, 164 (РЖПТ, 1982, 2Б17)
67. Авто и электропогрузчики "Freight and Container Transp.", 1981, 15, № 3, 44, 45 (РЖПТ, 1982, 2Б19)
68. Вилочные погрузчики повышенной прочности "Traffic Manag.", 1982, 21, № 3, № 111 (РЖПТ, 1982, 9Б11)
69. Трехколесный электропогрузчик "Handl and Shipp. Manag.", 1981, 22, № 6, 104 (РЖПТ, 1982, 2Б21)
70. Электропогрузчики с поворотным вилочным захватом "Mater. Handl News", (RSA) 1982, SAN 26-27 (РЖПТ, 1982, 9Б12)
71. Вилочный погрузчик, перемещаемый вручную "Mater. Handl News", 1980 № 276, 29 (РЖПТ, 1981, 3Б54)
72. Новый тип контейнерных кранов в Японии "Хитати хё-рон", 1981, 63, № 8, 569, 572 (РЖПТ, 1982, 7Б20)
73. Автомобильный кран с телескопической стрелой "Mater. Handl. News", (Gr. Brit.) 1981, N 289, 19 (РЖПТ, 1982, 17Б32)
74. Подъемные краны, выпускаемые в Италии "Grames today", 1981, № 106, 43, 45, 47-48 (РЖПТ, 1982, 4Б43)
75. Новый автомобильный кран "Fordern and Heben", 1981, 31, № 8, 629-630 (РЖПТ, 1982, 2Б30)
76. Мостовые краны и электростали фирмы (SAM-STANL) (Италия) "Transp. ind.", 1982, 28, № 278, 23-28 (РЖПТ, 1982, 10Б36)
77. Козловые краны G. transp. ind. 1979, 7, № 8, 11-13 (РЖПТ, 1980, 1Б25)
78. Автомобильный кран для переработки контейнеров Storage Handl Distrib., 1980, 24, № 7, 75 (РЖПТ, 1981, 2Б29)
79. Применение подъемных кранов на промышленных предприятиях "Transp. Forderung und Lagertechn.", 1980, 35, № 9, 17-20 (РЖПТ, 1981, 2Б32)
80. Универсальные портальные краны "Cargo Syst Int.", 1982, 9, № 7, 63, 65, 67 (РЖПТ, 1982, 11Б46)
81. Передвижной кран "Mod. Mater. Handl.", 1982, 37, № 7, 94 (РЖПТ, 1982, 11Б47)

82. Переработка длиномеров и пакетированного места краном-штабелером "Disch.Hebe- und Fordertechn.," 1979, 25, № 6, 164-166 (РЖТТ, 1980, 1Б47)
83. Автокраны фирмы Grove GGT (Coles) "Cranes Today", 1981, № 103, 45 (РЖТТ, 1982, 5Б46)
84. Новый вагоноопрокидыватель В.Н. Стогов, В.А. Маликин, Пром. тр-т 1981, № 4
85. С.Н. Белозовская, Э.И. Увалдзе Прогрессивный транспорт для винодельческой продукции "Пром. тр-т", 1982, № 10
86. А.Г. Сафонов К полной механизации труда "Пром. тр-т", 1981, № 4
87. В.М. Хайкин Агрегат для грузовых операций с карто-фелем "Пром. тр-т", 1981, № 4.
88. Э.Н. Морозов, В.Н. Богданов, С.А. Чуприков Требования к разгрузке вагонов габарита Т "Промышленный тр-т", 1981, № 9.
89. И.П. Кривцов, А.И. Гребцов Аэродинамическая очистка полувагонов "Пром. тр-т, 1981, № 7.
90. А.А. Бегуновский Мешкопогрузочная машина "Пром. тр-т", 1983, № 2
91. А.Д. Столов, Л.С. Владимиров, Э.И. Коган, А.В. Найфельд Комплексная механизация трудоемких процессов при доставке продовольственных грузов, "Пром. тр-т", 1982, № 10.
92. Л.Р. Семеновский Разгрузочный комплекс маршрутного поступления сырья "Пром. тр-т", 1981, № 3.
93. "Ind und Masch Rept int.", 1979, № 3, 106-108 (РЖТТ, 1980, 1Б31)
94. "Storage Handl Distrib.", 1982, 26, № 2, 56/9 (РЖТТ, 1982, 10.Б.71)
95. "Materialfluss" 1982, № 7-8, 42,44 (РЖТТ, 1982, 12.Б.55)
96. "Mod. Mater Handl", 1982, 87, № 6, 131, 147, 142; 170, 169 (РЖТТ, 1982, 10Б9)
97. "Process Eng" (Gr.Brit.), 1982, 63, № 2, 41,43 (РЖТТ, 1982, 6Б102)
98. "Bulk Solids Handl", 1982, 4, № 8, 54, 55 (РЖТТ, 1983, 4Б42)
99. "Bulk Solids Handl", 1981, 1, № 2, 347-349 (РЖТТ, 1982, 5Б6)
100. "Bulk Solids Handl", 1981, 1, № 2, 353 (РЖТТ, 1982, 6Б97)
101. В.М. Иванов, О.Б. Сажин, И.В. Радоницкий, А.Л. Хотунцев "Пром. тр-т", № 2, 1982

102. Бичуцкий Г.М., Северинова Э.П., Кузнецов П.Я., Кашин Г.А. Еще раз об очистке вагонов с помощью электроимпульсной установки.
103. Шералов В.В., Корхов В.Н., Кувалдин А.Б., Коваленко П.М. Против примерзания насыпных грузов "Пром. тр-т", № 2, 1982.
104. Способ выгрузки смерзшегося каменного угля пат. ГДР, кл. В 65 G 67/26, № 146275, заявл. 27.09.79, № 215840, опубл. 4.02.81 (РЖПТ, 1981, 12Б62)
105. Харламов В.Н., Крысанов В.И. Эффективные установки для выгрузки смерзшихся грузов "Пром. тр-т", 1981, № 2, 5-6 (РЖПТ, 1981, 12Б63)
106. Филер В.Е. О виброразгрузке транспортных средств от смерзшихся грузов "Пробл. гор. теплофиз. 2-ая Всесоюз. научно-техн. конф. Ленинград 17-19 нояб. 1981, тез. выступл. Горнотехнол. Теплофиз" Л., 1981, 86 (РЖПТ, 1982, 5Б76)
107. Литвин В.Т., Сухман В.Т. Дробление смерзшихся материалов на разгрузочных участках металлургических предприятий "Средства механиз. металлург. пр-ва" М. Л., 1981, 17-19 (РЖПТ, 1982, 5Б77)
108. Шраго И.К. Устройства для реализации скоростных характеристик автоматизированных штабелеров "Опыт разраб. и внедрения прогресс. ср-в механиз. и автоматиз. ПРТС работ Материалы краткосроч. семинара" Л., 1980, 49-53 (РЖПТ, 1981, 2Б46)
109. Романова Е.И., Долотин В.А. Автоматизация бункерной погрузки щебня в ж.д. вагоны "Механиз. и автоматиз. пр-ва", 1981, № 9, 6-8 (РЖПТ, 1981, 12Б.78)
110. Петухов П.З. Проблемы автоматизации подъемно-транспортных машин "Пром. тр-т", 1981, № 12.
111. Васильков И.Д., Григоренко В., Коврижных С.В. Устройство для программного управления краном с двумя грузозахватами Ленинград. отд. Всес. проект. и научно-исслед. ин-ста пром. тр-та авт. св. СССР, кл. G 65B 19/18, № 834672, заявл. 20.11.79 № 2845174, опубл. 5.06.81 (РЖПТ, 1981, 12Б.3П)
112. "Mod. Mater. Handl", 1982, 37, № 1, 56-60 (РЖПТ, 1982, 7Б154)
113. "Glass ind", 1981, 62, № 12, 32-34, 37 (РЖПТ, 1982, 6Б108)

114. "Bulk Solids Handl'", 1981, 1, № 2, 355-356 (РЖПТ, 1982, 6Б176)
115. "Textilbetrieb", 1981, 99, № 7-8, 34-36, 39, 16, 17 (РЖПТ, 1982, 2Б105)
116. Raumsparende Verschieberegele. "Fordern und Heben" 1981, 31, № 9, 695-696, 652 (РЖПТ, 1982, 2Б81)
117. Zentrallager für Farben und Lacke. Samneelroggen H. "Fordern und Heben", 1981, 31, № 9, 676-678, 650, 652 (РЖПТ, 1982, 2Б110)
118. Spacemaker PDM strategy boosts efficiency & profit - "Freight and Container Transp.", 1981, 15, № 5, 28-30 (РЖПТ, 1982, 2Б56)
119. Vierwegestopler + Quergabelstapler - "Transport und Lager", 1981, 30, № 9, 52-54 (РЖПТ, 1982, 2Б65)
120. High - Flying performers: Fin container stackers. "Freight and Container Transp.", 1981, 15, № 3, 46 (РЖПТ, 1982, 2Б66)
121. Таратута А.У. Автоматическая загрузка бункеров "Механика, и автоматиз. пр-ва", 1980, № 12, 4-5 (РЖПТ, 1981, 4Б46)
122. Moggridge M. Pneumatics - big demand for mobile unloaders. "Bulk Syst. Int.", 1980, 2, № 6, 25, 27 (РЖПТ, 1981, 4Б55)
123. Automatic bag. palletiser "Mater Handl News" (Gr. Brit.), 1981, № 288, 18 (РЖПТ, 1982, 4Б81)
124. How we automated delivery in our muly - floor plant. "Mod. Mater. Handl.", 1982, 37, № 18, 46-49 (РЖПТ, 1983, 4Б63)
125. Balcke Jürgen Kommissio-merstapler denkt mit "Material-Fluss", 1982, № 9, 40, 43 (РЖПТ, 1983, 2Б53)
126. Коврижных Е.В., Валькова Н.Д. Автоматическое управление кранами-штабелерами "Пром. тр-т", 1981, № 11, 10, (РЖПТ, 1983, 2Б47)
127. Das staplerbediente Lager. - "Technika" (Suisse), 1982, 31, № 24, 2208 (РЖПТ, 1983, 2Б50)
128. Individually powered carts afford flexible automation. Quinlan J. "Mater. Hand Eng", 1982, 37, № 4, 10-11 (РЖПТ, 1982, 11Б106)
129. Soft-start motor control; Data terminal Elektrik robot; Photoelectric scanner; 200-lb- capacity robot- elektronik scales speed paper basis weight readings; computerized system speeds delivery cuts inventories- "Mod. Mater. Handl",

- 1982, 37, № 14, 11; 19, 80; 76; 57-58, 64 (РЖПТ, 1983, 2Б54)
130. Driverless trucks - automatic economy for materials Handling White Bryan. "Fact. Equip. News", 1982, 33, № 468, 22№33 (РЖПТ, 1982, 7Б66)
131. General purpose robot features ease of programming "Mod. Mater. Handl.", 1981, 36, № 17, 848 (РЖПТ, 1982, 5Б85)
132. "Отомасён, Automation", 1982, 27, № 10, 144-145 (РЖПТ, 1983, 4Б85)
133. Юревич Е.И., А.Н. Цветков, Ф.Е. Яценко Робот для цеховой транспортной системы. "Промышленный транспорт" 1981, № 5, 7.
134. Ерш И.Л., Жаботинский Ю.Д. Робототехническая система для автоматического адресования деталей "Механизм и автоматиз. пр-ва", 1982, № 6, 15-16 (РЖПТ, 1982, 11Б-98)
135. "Electrical Review", 1982, 210, № 17 (30 April), p. 6 (РЖПТ, 1982, 11Б101)
136. "Mod. Mater. Handl.", 1982, 37, 151 (РЖПТ, 1982, 11Б104)
137. "Robotics to day", 1982, 4 № 2, 360-363 (РЖПТ, 1983, 3Б55)
138. "Mach. and Prod. Eng.", 1982, 140, № 3607, 19-21 (РЖПТ, 1983, 3Б56)
139. "Ann. mines", 1982, 189, № 5-6, 59-62 (РЖПТ, 1983, 3Б58)
140. "Mod. Mater. Handl.", 1981, 36, № 15, 96 (РЖПТ, 1982, 4Б86)
141. Коврижных Е.В., Вальхов И.Д. Автоматическое управление кранами-штабелерами. "Промышленный транспорт", 1982, № 11, 17

СОДЕРЖАНИЕ

(соответствует рубрике 73.01.89; 73.41.39; 73.41.81;
41,85 Рубрикатора ГАСНТИ)

Полярков О.П. Непрерывный транспорт

1. Основные направления развития и повышения эффективности использования непрерывного транспорта . . .	3
2. Создание и совершенствование технических средств непрерывного транспорта	28
2.1. Конвейерный транспорт	28
2.2. Гидравлический и пневматический транспорт	39
Выводы	52
Литература	53

Занкин М.Н. Модернизация подвижного состава и новая техника на промышленном транспорте

1. Железнодорожный транспорт	56
1.1. Общие положения	56
1.2. Новые железнодорожные линии и маршрутизация перевозок	60
1.3. Электрическая и тепловозная тяга	66
1.4. Новые и модернизированные вагоны	72
1.5. Путевое хозяйство и механизация работ	77
1.6. Маневровые устройства	79
2. Автомобильный транспорт	82
2.1. Общие положения	82
2.2. Новые и модернизированные грузовые автомобили	88
2.3. Эксплуатация автопоездов	93
3. Организация работы промышленного транспорта	99
3.1. Комплексное использование наземных безрельсовых колесных видов транспорта	99
Выводы	103
Литература	106

Пладис Ф.А. Технические средства пакетной системы доставки грузов

1. Общие положения	109
2. Стандартные универсальные плоские поддоны	114
3. Специализированные поддоны	120

3.1. Поддоны для плодов и овощей	120
3.2. Специализированные плоские ящичные и стоечные поддоны для промышленной продукции	123
4. Пакетирующие кассеты, ленты, сетки, пленки	132
5. Пакетоформирующие и обвязочные машины, линии и установки	141
Выводы	143
Литература	144

Шкурин В.А. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и складских работ на промышленном

О П Е Ч А Т К И 147

«Итоги науки и техники ПТ» том № 10, 1984 г. 173

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	
				173
				191
				197
				214
88	20 сверху	месторождений снижение	месторождений, учитывая снижение	221
88	14 снизу	указание	выяснение	
91	23 сверху	распределение массы	распределение массы	244
144	3 сверху	ЦИНИТЭИ МС	ЦИНИТЭИ МПС	
13	3 сверху	—	9	256
			Зах. 775	257
				а

Сдано в набор 01.02.84

Подписано в печать 27.01.84

Формат 60 × 90 1/16

Усл. печ. л. 16,75

Тир. 850 экз.

Бум. офс. № 2

Усл.-кр. отт. 17,0

Зах. 775

Т-03666

Печать офсетная

Уч.-изд. л. 16,8

Цена 2 р. 50 к.

Адрес редакции: 125219, Москва, А-219, Балтийская ул., 14

Тел. 155-44-16

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ

140010, Люберцы, 10, Московской обл.,

Октябрьский проспект, 403

Индекс 56871

ИИТ "Промышленный транспорт", Т. 10, 1984, 1 - 268

УДК 621.867

О.П. Поярков. Непрерывный транспорт. "Промышленный транспорт" (Итоги науки и техники ВИНТИ), М., 1984, 10, 1-55 с.

Даются характеристики видов непрерывного промышленного транспорта: конвейерного, гидравлического, пневматического, подвесных канатных и монорельсовых дорог. Приводятся новые специализированные виды промышленного транспорта. Библ. 62

УДК 658.286

М.И. Заякин. Модернизация подвижного состава и новая техника на промышленном транспорте. "Промышленный транспорт" (Итоги науки и техники ВИНТИ), М., 1984, 10, 56-106 с.

Приводятся состояние и тенденции модернизации подвижного состава промышленного транспорта в СССР и за рубежом. Библ. 92

УДК 656.073.431

Ф.А. Пладис. Технические средства пакетной системы доставки грузов. "Промышленный транспорт" (Итоги науки и техники ВИНТИ), М., 1982, 10, 109-144 с.

Приводятся данные по эффективности и перспективах развития пакетных перевозок. Даются основные типы универсальных и специализированных поддонов; кассеты, многооборотные стропы, полимерные ленты, термоусадочные и растягивающиеся пленки, применяемые для пакетирования различных видов продукции. Рассматриваются современные типы пакетоформирующих и обвязочных машин и установок. Библ. 35

УДК 621.869.002.5

В.А. Шкурин. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и складских работ на промышленном транспорте. "Промышленный транспорт" (Итоги науки и техники ВИНТИ), М., 1984, 10, 145-257 с.

Приводятся состояние и перспективы развития механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ на промышленном транспорте. Освещаются вопросы организации АСУ на складах. Библ. 147