

5 Технологические схемы и средства участкового транспорта

Ключевые термины:

1. Однотипные и комбинированные транспортные схемы
2. Структура участковых конвейерных комплексов
3. Погрузочные и перегрузочные пункты
4. Схемы участкового транспорта
5. Расчеты параметров конвейерных комплексов
6. Подземные аккумулярующие емкости
7. Локомотивная откатка грузов

5.1 Структура участкового транспорта

Система внутришахтного транспорта представляет собой технологическую цепь последовательных звеньев (подсистем) участкового и магистрального транспорта, объединенных единым грузопотоком.

Процессы транспортирования угля от очистных забоев до основного горизонта шахты относятся к деятельности участкового транспорта. **Участковый транспорт** представляет собой совокупность транспортных средств и устройств, размещенных в горизонтальных и наклонных выработках в пределах выемочной панели, этажа, блока или выемочного участка за пределами очистного забоя.

В зависимости от вида транспортных средств, применяемых в каждом звене, различают **однотипные** и **комбинированные** транспортные схемы.

Однотипными схемами могут быть полностью конвейеризированные схемы или схемы с использованием только локомотивного транспорта.

Более разнообразными являются комбинированные схемы, где имеет место сочетание различных видов транспорта. Характерными сочетаниями видов комбинированного транспорта для угольных шахт являются:

- конвейерный и локомотивный;
- конвейерный, локомотивный и канатный.

Каждое звено транспортной цепи участковых транспортных комплексов связано с последующим звеном узлом сопряжения, где происходит:

- либо изменение направления грузопотока;
- либо соединение различных видов транспортных средств.

Среди однотипных схем участкового транспорта *наиболее сложными* считаются *участковые конвейерные комплексы*.

Разнообразие их схем определяется:

- способом подготовки запасов;
- применяемыми системами разработки угольных пластов;
- оборудованием участковых транспортных комплексов.

Структура участковых конвейерных комплексов зависит от типа и числа конвейеров, установленных в участковых транспортных выработках и оборудования, принятого в узлах сопряжения транспортных звеньев - *пог-*

рузочных, перегрузочных, разгрузочных пунктов и аккумулирующих емкостей - бункеров.

Основным средством конвейерной доставки угля от очистных забоев по горизонтальным и наклонным выработкам являются ленточные конвейеры.

По способу установки ленточные конвейеры разделяются на:

- *стационарные*, не приспособленные для быстрого изменения длины конвейера;

- *полустационарные*, допускающие периодическое или непрерывное изменение длины става конвейера.

Полустационарные конвейеры устанавливаются в выработках, примыкающих к лаве, а стационарные в главных капитальных, а также в участковых выработках со сроком службы более 2-3 лет.

Базовым звеном участковых конвейерных комплексов является **конвейерная линия** - транспортная система, состоящая из двух и более конвейеров, транспортирующих уголь от пункта его поступления (одного или нескольких) до конечного пункта конвейерной системы, где осуществляется передача груза (непосредственно или через *бункер*) на магистральную конвейерную линию или другой вид транспорта (самотечный, гидравлический, локомотивный, скиповый и др.).

Бункер – сооружение для накопления, кратковременного хранения и перегрузки полезных ископаемых.

При размещении в местах передачи груза с конвейера на конвейер *бункеры* являются *составной частью конвейерной линии*.

Таким образом, участковый транспорт *начинается с пункта погрузки* угля, поступающего со скребкового конвейера лавы на транспортное средство подготовительной выработки, примыкающей к лаве и *заканчивается пунктом погрузки* его на магистральный транспорт (см. рис.5.1).

Несмотря на большое разнообразие способов и средств погрузки, **практически все погрузочные, перегрузочные и разгрузочные пункты производят две** взаимно увязанные **операции:**

- 1) - **разгрузка одного транспортного средства** или устройства;
- 2) - **загрузка последующего.**

Узлы сопряжения оборудуются специальными устройствами для:

- механизации и автоматизации процесса перегрузки;
- обеспечения независимой работы стыкующихся средств транспорта;
- выравнивания грузопотоков, поступающих на сборные магистрали.

П о г р у з о ч н ы й п у н к т л а в ы – узел сопряжения участковых транспортных выработок с очистными, где происходит перегрузка угля с лавного конвейера на штрековый или из бункеров, магазинирующих уступов, гезенков, скатов в составы вагонеток за счет собственного веса груза (самотечный транспорт). Погрузочный пункт лавы – наиболее узкое звено в общешахтной транспортной цепочке.

В процессе очистной выемки угля постоянно возникает необходимость корректировки длины забойных скребковых конвейеров, переноски погрузочных пунктов, а также удлинения и укорачивания ленточных конвейеров под ла-

вой. Для выполнения этих трудоемких работ, как правило, привлекаются рабочие высокой квалификации.

Наиболее простые погрузочные пункты получаются на стыке двух конвейеризированных грузопотоков. Оборудуют их *лотками, воронками* или *механизированными бункерами* небольшой емкости, снабженными *питателями*. При обслуживании грузопотоков комбинированными видами транспорта применяют более сложные в конструктивном исполнении и эксплуатации погрузочные комплексы.

Перегрузочные пункты - технологически увязанная в конвейерной цепи совокупность транспортных выработок и средств механизации узлов их сопряжения, обеспечивающая передачу (перегрузку) транспортируемых материалов с одного конвейера на другой.

Технологическая схема конвейеризированного участкового транспорта при отработке выемочной панели длинными столбами по простиранию по схеме «лава-ярус» приведена на рис.5.1.

Уголь, отбиваемый в лаве узкозахватным комбайном, транспортируется вдоль забоя изгибающимися скребковыми конвейерами 1 и доставляется к погрузочному пункту лавы 2, установленному на сопряжении с ярусным конвейерным штреком. Узел сопряжения лавы со штреком оборудован скребковым перегружателем 3 типа КСП-2, который передает грузопоток угля на ленточный конвейер 4 типа 1Л80.

В зависимости от технического состояния ярусного штрека в горизонтальной транспортной цепи возможна установка одного-двух-трех конвейеров типа 1Л80, которые доставляют уголь до капитальной наклонной выработки - бремсберга (уклона), оборудованного стационарными ленточными конвейерами 6 типа 1ЛУ100.

Узел перегрузки угля с горизонтальных штрековых конвейеров на наклонный оборудован аккумулялирующей емкостью – горным бункером 5.

Сопряжение наклонного сборного конвейера и главного откаточного штрека оборудуется стационарным погрузочным пунктом, включающим аккумулялирующую емкость в виде горного бункера 7, который замыкает цепочку участкового конвейерного транспорта.

5.2 Классификация погрузочных и перегрузочных пунктов

Погрузочные пункты в зависимости от способа подачи горной массы на погрузку и вида участкового транспорта классифицируют на:

- **конвейерные** – непрерывного действия, когда поступающий с конвейера лавы уголь грузится на конвейерную цепочку примыкающей участковой подготовительной выработки;
- **рельсовые** – непрерывно-дискретного действия, когда отправление поступающего с конвейера лавы угля производится транспортными средствами периодического действия.

Основными факторами, характеризующими погрузочный пункт периодического действия и, определяющими способ механизации его работы при локомотивной откатке являются:

- срок службы;
- способ подачи горной массы на погрузку;
- схема путевого развития у погрузочного пункта.

По сроку службы погрузочные пункты лав подразделяются на:

- **передвижные** (переносные) – оборудуемые непосредственно под лавой и имеющие срок службы не более 1-3 сут.;
- **полустационарные** – имеют две группы:
 - погрузочные пункты *со сроком службы 1...1,5 мес*, оборудуемые на штреке под лавой при оставлении защитных целиков;
 - погрузочные пункты *со сроком службы 5-6 мес*, устанавливаемые в местах сопряжения этажного штрека с этажным бремсбергом (при разработке этажа с делением на подэтажи) или на стыке выемочного штрека с панельным или главным откаточным штреком (при разработке горизонтальных пластов),

По способу подачи угля (горной массы) на погрузку рельсовые погрузочные пункты делятся на:

поточные – с загрузкой вагонеток непосредственно с конвейера (скребкового, ленточного и др.);

бункерные – с загрузкой вагонеток:

- с искусственных промежуточных бункеров;
- с естественным магазинированием полезного ископаемого (в очистном забое при крутом падении, в углеспускной печи, гезенке).

Кроме погрузочных пунктов очистных забоев, отмеченных выше, различают **стационарные** погрузочно-перегрузочные пункты, которые служат до одного года и более и располагаются в месте сопряжения капитальных бремсбергов или уклонов с главным откаточным штреком.

применительно к типовым схемам подготовки и разработки выемочных участков и **Перегрузочные пункты** месторасположения горных выработок в пространстве классифицируются по следующим признакам:

а) По характеру расположения конвейеров:

- на одной оси с прямой выработкой (последовательная перегрузка угля с одного конвейера на другой);

- на пересечении одноуровневых выработок с безбункерной перегрузкой угля (на пересечении горизонтальной и наклонной выработок, расположенных на одном уровне с односторонним поступлением угля по конвейеру и безбункерной перегрузкой его на другой конвейер).

б) По характеру примыкания конвейеров к сборному конвейеру:

с одно- и двусторонним примыканием;

в) По способу перегрузки транспортируемого материала:

- с непосредственной перегрузкой с конвейера на конвейер;

- с перегрузкой через емкость из горного или механизированного бункера.

Наличие на перегрузочных пунктах аккумулирующих емкостей обеспечивает безостановочную работу последующего транспортного звена при временном отсутствии груза, поступающего от предыдущего звена.

Для правильного выбора основных параметров узлов сопряжения транспортных средств технологические схемы погрузочно-перегрузочных пунктов (ППП) *классифицируются по видам действия* разгружаемого и загружаемого транспортного средства.

В каждом пункте сопряжения имеется сочетание двух видов транспортных средств, которые образуют между собой следующие комбинации:

- *первое и последующее транспортное средство непрерывного действия;*
- *первое средство непрерывного действия, а второе – дискретного;*
- *первое средство дискретного действия, а второе – непрерывного;*
- *первое и последующее транспортные средства дискретного действия.*

Приведенные выше сочетания транспортных средства могут осуществляться двумя способами:

- непосредственно друг с другом;
- через аккумулирующую емкость

В зависимости от этого узлы сопряжения делятся на следующие типы:

- 1) ППП *непрерывного действия;*
- 2) ППП *непрерывно-дискретного действия;*
- 3) ППП *дискретно-непрерывного действия;*
- 4) ППП *дискретного действия.*

5.3 Конвейеризированные схемы участкового транспорта

5.3.1 Компановка схем участкового транспорта

В соответствии с основными положениями по проектированию подземного транспорта новых и действующих шахт / / наиболее перспективным направлением в области совершенствования технологических схем транспорта основного грузопотока является полная его конвейеризация от очистных забоев до околоствольного двора.

В этой связи, транспортное оборудование, размещаемое под лавой, должно обеспечивать быстрое и нетрудоемкое укорачивание участковой конвейерной линии вслед за подвиганием очистного забоя.

Основными составляющими элементами всех конвейеризированных схем транспорта угля являются:

- конвейерные линии по горизонтальным и наклонным выработкам;
- узлы сопряжения лав с конвейерными линиями;
- узлы сопряжения горизонтальных и наклонных конвейерных линий;
- узлы сопряжения участковых конвейерных линий с электровозным (погрузочные пункты) или конвейерным транспортом (перегрузочные пункты) на главных штреках.

Протяженность конвейерных линий от очистного забоя до бремсберга (уклона) или магистрального конвейерного штрека соизмерима с длиной столба, которая в условиях действующих шахт Донбасса составляет в среднем 950 м. В настоящих проектных решениях длина участковых конвейерных штреков (ходков) достигает 1800...2500 м.

Технологические схемы участкового конвейерного транспорта могут быть представлены следующими сочетаниями:

- 1) ЗСК + СКР + СКР + СКР + ...;
- 2) ЗСК + СКР + ЛК + ЛК + ...;
- 3) ЗСК + СП + ЛТК + ЛТК + ...;
- 4) ЗСК + ЛТК + ЛТК + ...

Первый вариант, несмотря на существенные недостатки, применяется в коротких криволинейных штреках, а также в случаях, когда горное давление деформирует крепь выработки и изменяет ее сечение.

Вторая схема более прогрессивна, чем первая. Она позволяет сократить энергопотребление при транспортировании угля, уменьшить его измельчение, снизить затраты на монтаж и эксплуатацию.

Третья схема наиболее технологична и широко распространена при транспортировании угля от комплексно-механизированных очистных забоев. Характеризуется низкими трудозатратами на сокращение конвейерной линии при перемещении очистного забоя.

Четвертая схема предполагает погрузку угля с лавного конвейера непосредственно на ленточный конвейер. Характеризуется снижением числа машин в конвейерной линии. Однако на практике выявлены такие эксплуатационные недостатки как: интенсивный износ ленты конвейера, примыкающего к очистному забою, повышенная травмоопасность узла перегрузки.

При конвейерной доставке угля транспортное оборудование, размещаемое под лавой, должно обеспечивать быстрое и нетрудоемкое укорачивание конвейерной линии вслед за подвиганием очистного забоя. Поэтому в выемочных штреках узлы сопряжения с лавой рекомендуется оборудовать автоматизированными конвейерными комплексами непрерывного действия в следующих комбинациях:

а) *телескопический ленточный конвейер (1ЛТ80) с приставным перегружателем (ПТК-1), рис.5.2, а;*

б) *ленточный конвейер типа 1Л80 с подвижным скребковым перегружателем (КСП-2), осуществляющим погрузку угля непосредственно на ленточный конвейер с помощью стрелы, рис.5.2,б.*

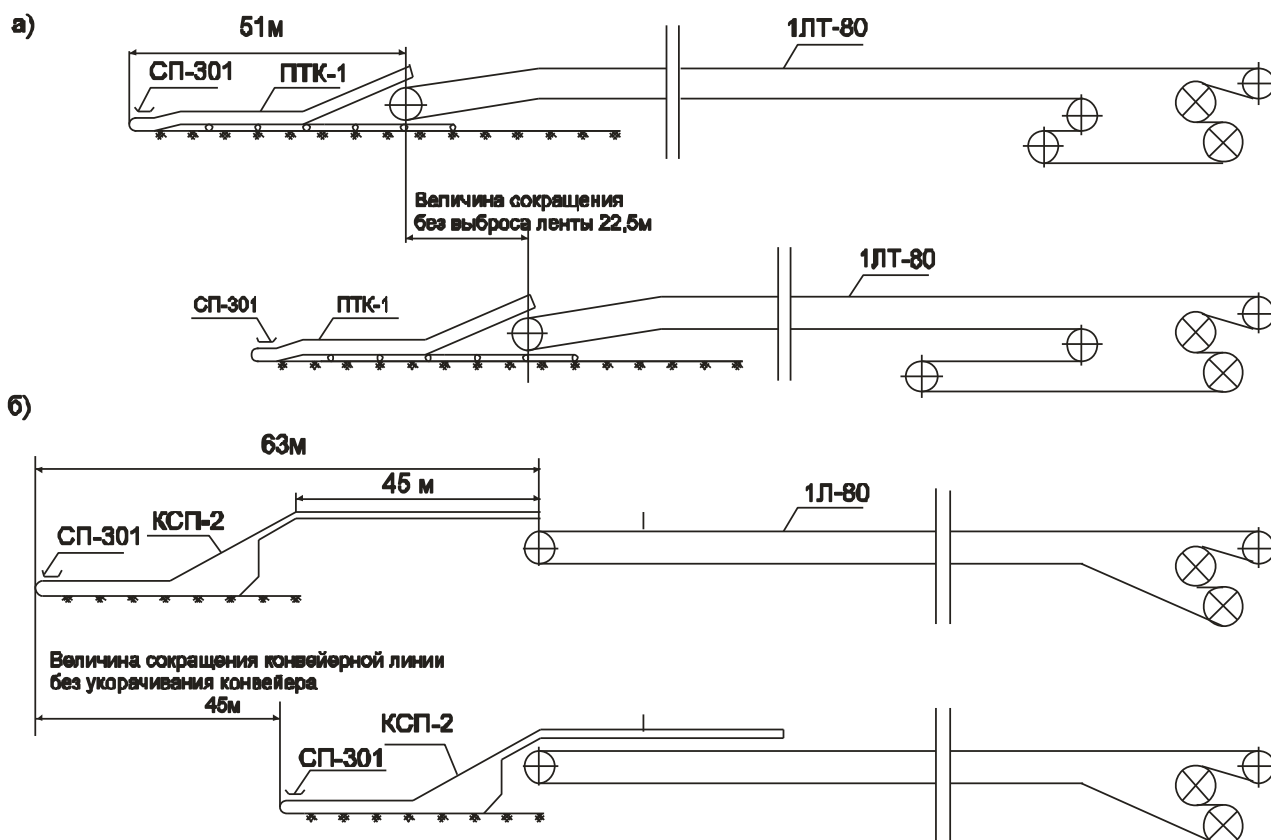


Рис.5.2. Схема работы транспортных устройств в узле сопряжения лавы конвейерной выработкой
 а) Телескопический ленточный конвейер (1ЛТ-80) с перегружателем (ПТК-1)
 б) Ленточный конвейер (1Л-80 и др.) с подвижным скребковым перегружателем (КСП-2)

Таблица 5.1 Техническая характеристика перегружателей

Параметры	Перегружатели			
	передвижные для телескопических конвейеров			надвижной
	ПТК1	ПТК2	ПТК3	1КСП2
Максимальная производительность, т/ч	270; 340	420; 660	660	380
Суммарная мощность привода, кВт	55	110	110	90
Длина максимальная, м	51	51	65	65
Шаг надвижки, м	-	-	-	45
Вид передвижки	По рельсам на колесах электролебедкой	Шагающий по почве с гидроприводом	Шагающий по почве с гидроприводом	По почве на поддоне

Приставной перегружатель ПТК-1 предназначен для перегрузки угля с конвейера лавы на телескопический конвейер 1ЛТ80; ПТК-2 – соответственно на конвейеры 2ЛТ100У и 1ЛТ100; ПТК1У на конвейеры 2ЛТ80 и УПЛ2М, а также горной массы от погрузочных машин в вагонетки. Применение приставного перегружателя не требует сокращения телескопического конвейера на величину t_c . Крепление хвостовой части телескопического конвейера на платформе перегружателя обеспечивает устойчивость системы при совместном их передвижении в процессе сокращения ленточного конвейера.

Надвижной перегружатель типа КСП-2 (конвейер скребковый, перегружатель, вторая модель) устанавливается при использовании на штреке обычного ленточного конвейера (схема 5.2, б). Вместе с ленточным конвейером образуют телескопический конвейерный комплекс с максимальной длиной перекрытия 45 м. Такая компоновка обеспечивает непрерывное продвижение лавы на эту длину без укорачивания или удлинения стационарного конвейера.

Перегружатель состоит из привода, двух секций основания, рештачного става с тремя переходными секциями и съемными бортами, концевой и сбрасывающей головок, а также скребковой цепи. Скребковая цепь аналогична по конструкции цепи забойного конвейера СП-63М. Привод расположен в средней части перегружателя и состоит из двух приводных блоков (электродвигатель – турбомуфта – редуктор), укрепленных на раме. Расположение двигателей поперечное. Редуктор двухступенчатый, с двумя цилиндрическими парами колес, корпус разъемный.

Секции основания представляют сварную металлоконструкцию, на которой кроме основания установлены переходные секции. Рештачный став состоит из отдельных секций и съемных бортов, а концевая головка – из сварной рамы, оси с обводными барабанами, кожуха и двух направляющих. Сбрасывающая головка является разгрузочным пунктом и служит для направления стреловой части перегружателя по штреку.

Перегружатель типа ПС-1М (перегружатель скребковый, модернизированный) применяется для перегрузки угля из лавы на стационарный штрековый или просековый скребковый конвейер. Устанавливается он в хвосте стационарного скребкового конвейера и образует с ним телескопическую систему конвейеров с максимальной длиной перекрытия 39 м.

В зависимости от принятого способа разработки это обеспечивает непрерывное продвижение лавы на эту же длину без укорачивания или удлинения стационарного скребкового конвейера.

Перегружатель представляет собой двухцепной скребковый конвейер СПМ-46 с уширенным рештачным ставом. Хвостовая его часть расположена на почве. Привод и средняя часть приподняты и опираются на стойки с катками, расположенные по обе стороны от штрекового конвейера, благодаря чему создается телескопическая система.

Передвигается система гидравлическим домкратом, тяговой лебедкой, талью и другими средствами.

Применение двухцепных скребковых конвейеров для перегрузки угля из лавы на транспортную линию допускается в следующих случаях:

- при наличии целиков, оставляемых между лавой и транспортной выработкой (в просеках, печах и сбойках общей длиной до 150 м);
- на участках с тяжелыми горнотехническими условиями, где надвижные перегружатели достаточно сложны в эксплуатации;
- при сохранении выработки и ее перекреплении вслед за продвижением лавы.

Для предотвращения заштыбовки нижней ветви забойного конвейера необходимо, чтобы максимальная минутная производительность перегружателей или скребковых конвейеров, устанавливаемых под лавой, на 20% превышала максимальный минутный грузопоток, поступающий из лавы.

Конвейерные линии. Транспортирование угля от очистных забоев по горизонтальным и наклонным выработкам выемочного участка должно производиться, как правило, ленточными конвейерами.

В процессе формирования конвейерных линий важное значение приобретают схемы расположения конвейеров в транспортных горных выработках.

В зависимости от схем взаимного их расположения конвейерные линии делятся на *неразветвленные и разветвленные*.

Неразветвленная конвейерная линия (рис. 5.3) представляет собой цепочку конвейеров, расположенных последовательно в одной или нескольких сопрягаемых выработках. Неразветвленная линия может принимать груз в одной или нескольких точках, разнесенных по ее длине.

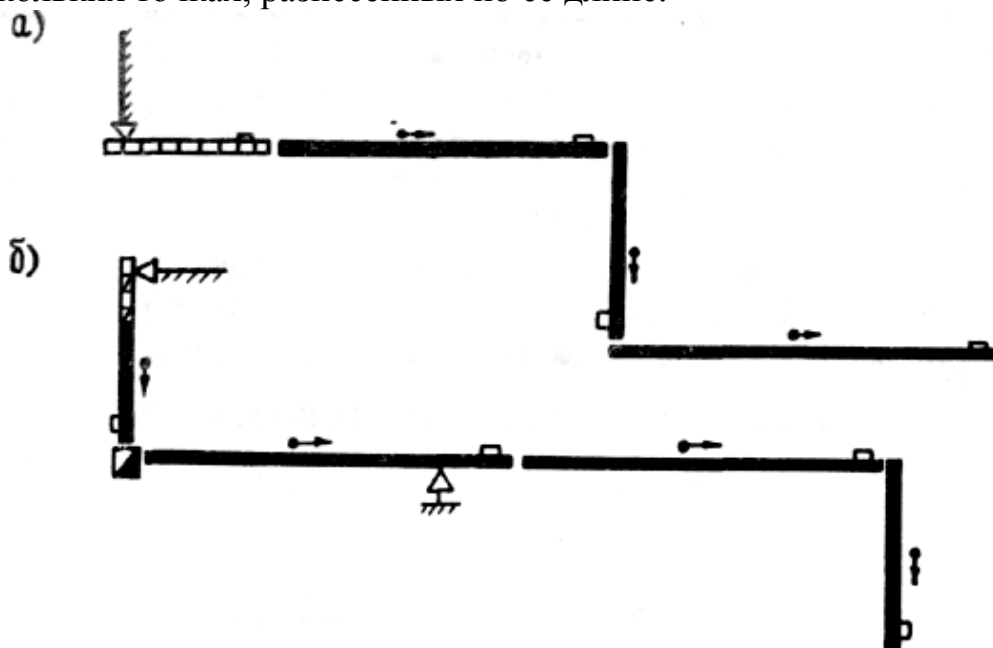


Рис. 5.3 Схемы неразветвленных конвейерных линий: а) — безбункерная с одним пунктом поступления груза; б) — с промежуточным бункером и двумя пунктами поступления груза

Разветвленная конвейерная линия (рис. 5.4) состоит из основной цепочки конвейеров центрального направления (конвейеры К1 + К3) и цепочек конвейеров, расположенных на ответвлениях и транспортирующих груз на конвейеры центрального направления (конвейеры К4 + К7).

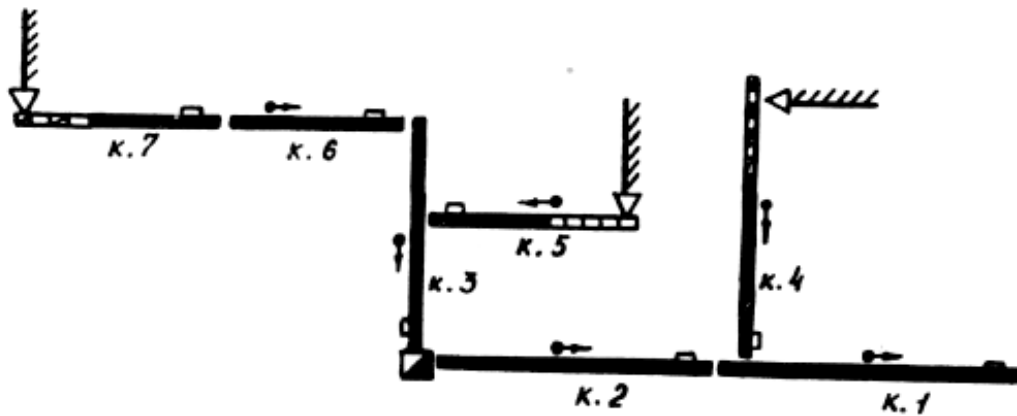


Рис. 5.4 Разветвленная конвейерная линия с промежуточными бункерами

В зависимости от наличия или отсутствия промежуточных емкостей (усредняющих или аккумулирующих) в местах передачи груза с конвейера на конвейер следует различать:

- безбункерные конвейерные линии;
- конвейерные линии с промежуточными бункерами.

В последних достигается лучшее использование технических возможностей конвейеров, независимая работа отдельных участков конвейерной линии и увеличивается пропускная способность участкового транспортного комплекса (рис.5.5).

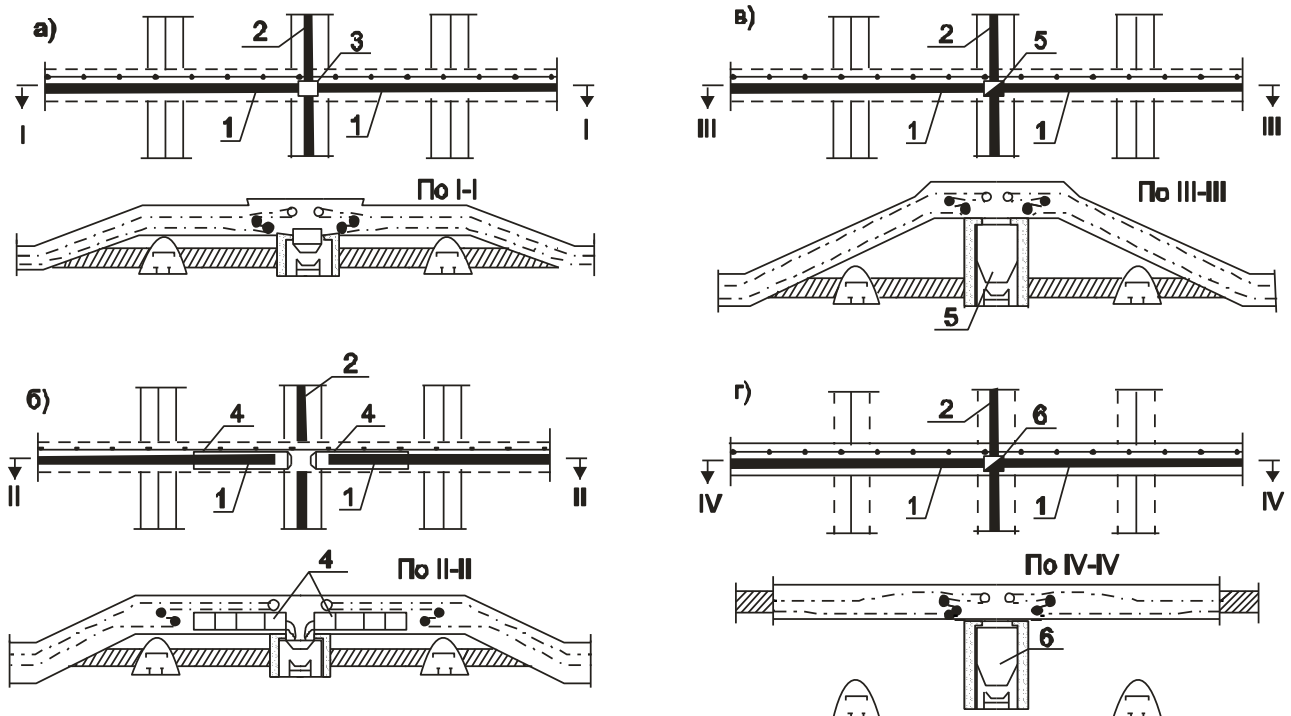


Рис.5.5. Схема узлов сопряжения горизонтальных (1) и наклонных (2) конвейерных линий с применением:

- а) перегрузочной воронки (3)
- б) бункер-конвейеров (4)
- в) горного бункера (5)
- г) горного бункера-гезенка (6)

5.3.2 Основы выбора параметров конвейерных комплексов

Общая сеть транспортных коммуникаций шахты делится на ряд транспортных магистралей, состоящих из последовательно расположенных транспортных устройств. Пропускная способность транспортной магистрали определяется наименьшей производительностью любого транспортного устройства, входящего в комплекс. Если производительности транспортных устройств комплекса равны между собой, то пропускная способность транспортной магистрали равна производительности любого транспортного устройства комплекса.

Под пропускной способностью участкового транспортного комплекса (магистрали) понимается количество тонн груза, которое может быть перемещено транспортными установками в течение определенного периода.

Сменная номинальная пропускная способность транспортной установки $P_{см.н}$ определяется плановым заданием на смену $A_{см.}$, то есть:

$$P_{см.н} = A_{см.}, \text{ т/смену}$$

Номинальная пропускная способность транспортной установки:

$$P_{т.н.} = m A_{см.} / T$$

где m – время рассматриваемого периода, ч; T – длительность смены, ч.

Требуемая пропускная способность $P_{тр.}$, по которой рассчитывается производительность транспорта, определяется плановым заданием и принятым коэффициентом резерва пропускной способности R_t :

$$P_{тр.} = R_t P_{т.н.}$$

Величина резерва пропускной способности определяется наравномерностью подземных грузопотоков, которые зарождаются в забое.

Таким образом для обоснованного выбора эксплуатационных параметров участковых конвейеров необходимо располагать данными о количественных характеристиках грузопотоков угля, поступающих от каждого очистного забоя.

К таким характеристикам относятся:

- *средний минутный грузопоток* за время поступления угля от очистного забоя на конвейер – $\alpha_{1(n)}$;

- *максимальный минутный грузопоток*, поступающий от очистного забоя на конвейер в периоды достижения добычной машиной максимально допустимой в данном забое скорости подачи – $\alpha_{1(max)}$.

Исходными данными для расчета характеристик грузопотоков угля от очистных забоев являются:

- длина очистного забоя – $L_{о.з.}$, м;
- вынимаемая мощность пласта – m , м;
- минимальная сопротивляемость угля резанию A_p ;
- сменная добыча – $Q_{см.}$, т;
- продолжительность добычной смены – $T_{см.}$, ч;
- тип выемочной машины;
- схема работы выемочной машины;
- коэффициент машинного времени выемочной машины – k_m ;
- ширина захвата за один цикл – b , м;
- количество рабочих циклов в смену – N , цикл/смену;
- тип забойного конвейера;

- плотность угля в целике – $\gamma_{ц}$, т/м³

Все исходные данные принимаются из проекта механизации очистного забоя.

Средний минутный грузопоток за время поступления угля от одного очистного забоя рассчитывается по формуле:

$$Q_{1(м)} = \frac{A_{см}}{60 T_{см} K_{п}}, \text{ т/мин,} \quad (3.1)$$

где $K_{п}$ - коэффициент времени поступления угля от одного очистного забоя на транспортную систему.

Значение $K_{п}$ устанавливается в зависимости от принятой схемы работы очистной машины:

- при челноковой (двухсторонней), а также при односторонней без зачистки схемах работы $K_{п}$ следует принимать равным:

$$K_{п} = K_{м} = \frac{t_{с}}{60 T_{см}}. \quad (3.2)$$

- при односторонней схеме работы с зачисткой величины $K_{п}$ рассчитываются по формуле:

$$K_{п} = \frac{t_{в} + t_{з}}{60 T_{см}} = K_{м} + \frac{t_{з}}{60 T_{см}}, \quad (3.3)$$

где $t_{в}$ - продолжительность работы выемочной машины во выемки угля в течение смены, мин; $t_{з}$ - продолжительность зачистки очистного забоя при обратном ходе машины в течение смены, мин. Определяется по формуле:

$$t_{з} = \frac{L_{0,8} \cdot N}{0,85 \cdot V_{max,м}}, \text{ мин,} \quad (3.4)$$

где $V_{max/м}$ – максимальная маневровая скорость машины, м/мин ;

N - количество рабочих циклов выемочной машины в смену. В реальных условиях производства значение N определяется по плануграмме очистных работ, в теоретических расчетах по формуле:

$$N = \frac{A_{см}}{m \cdot B \cdot L_{0,8} \cdot \gamma_{ц}}. \quad (3.5)$$

Основными требованиями, предъявляемыми к конвейерам при их выборе, являются:

- возможность приема на несущий орган конвейера поступающих максимальных минутных грузопотоков без просыпания угля на почву;

- обеспечение нормального режима работы привода и ленты конвейера в периоды максимального поступления угля на конвейер.

Максимальный минутный грузопоток, поступающий от одного очистного забоя - $\alpha_{1(\max)}$ следует принимать по фактическим данным работы аналогичных забоев или по данным из проекта механизации очистного забоя.

На практике при выборе конвейеров, предназначенных для транспортировки угля из одного очистного забоя, в качестве максимального минутного грузопотока принимают *максимальную минутную производительность выемочного комбайна*.

При выборе сборных конвейеров, транспортирующих грузопоток из двух и более лав, *максимальный суммарный грузопоток* чаще всего будет составлять *не менее 0,75-0,8* от арифметической суммы *максимальных минутных производительностей комбайнов* в этих лавах. Отмеченный факт определяется неравномерностью грузопотока, поступающего из очистного забоя в течение смены.

Основными причинами неравномерности работы очистного забоя являются недостатки в организации и технологии процесса добычи угля, а также естественные условия.

Последнее обусловлено тем, что даже в пределах одной лавы такие природные условия, как мощность пласта, крепость и вязкость угля, трещиноватость, наличие и мощность породных прослоек, наличие и расположение инородных включений, состояние кровли и другие многочисленные факторы, в большей или меньшей степени могут изменяться на разных участках забоя и от цикла к циклу.

Кроме того, внутрисменная неравномерность поступления угля из лав связана с применяемой технологией добычи угля, определяющей необходимые операции в лаве и последовательность их выполнения, в том числе и чередование выемки угля с другими процессами, требующими прекращения добычи угля. В свою очередь технология работы в лаве зависит от условий разрабатываемого пласта и применяемых средств добычи угля.

Неравномерность грузопотока может быть сглажена применением бункеров, устанавливаемых в местах перегрузки транспортируемого угля.

5.3.3 Эксплуатационные расчеты конвейерных комплексов

В процессе очистной выемки угля для обеспечения быстрого и нетрудоемкого укорачивания участковых конвейеров под лавами устанавливаются надвижные или приставные перегружатели, совмещенные с телескопическими конвейерами. Таким образом первым звеном в цепи участковых конвейерных комплексов являются перегружатели - транспортные машины непрерывного действия предназначенные для перегрузки на конвейерную линию грузопотока угля, поступающего из очистного забоя.

Ленточные перегружатели представляют собой, по существу, короткие ленточные конвейеры. Основными параметрами перегружателей являются производительность, длина и ширина тягового органа. Алгоритм расчета параметров перегружателей соответствует расчету конвейеров.

Производительность перегружателя Q находится в прямой зависимости от теоретической производительности выемочной машины Q_T и должна превышать последнюю по приемной способности на 25%, т.е. $Q = 1,25Q_T$:

$$Q = 3600 * F * v * \gamma * K_{\beta}, \text{ Т/ч,}$$

где F – площадь поперечного сечения угля на ленте, м^2 ; v – скорость ленты, м/с ; γ – насыпная плотность материала, т/м^3 ; K_{β} – коэффициент снижения площади поперечного сечения груза, которая зависит от степени подвижности частиц насыпного груза и угла наклонной части ленты β .

Рекомендуется принимать значение $K_{\beta} = 0,7 \div 0,5$ для углов наклона ленты $\beta = 10 \dots 20^\circ$ и $K_{\beta} = 0,4 \div 0,3$ для углов наклона ленты $\beta > 20^\circ$.

Тяговый расчет ленточного перегружателя осуществляют обычным методом обхода контура. Определяются расчетная установочная мощность двигателя перегружателя (тяговый режим) и количество приводных блоков.

Следует учесть, что на коротких конвейерах, где натяжение ленты не очень велико, коэффициент сопротивления ω' существенно возрастает и по опытным данным составляет $\omega' = 0,1$.

Основными технологическими **параметрами ленточных конвейеров**, образующих участковые конвейерные комплексы, являются:

- *минутная приемная способность* конвейера – $Q_{\text{к.пр.}}$, Т/мин;
- *часовая (техническая) производительность* конвейера – $Q_{\text{к}}$, Т/час.

Под приемной способностью конвейера понимается количество угля, которое может принять в единицу времени (минуту) движущаяся лента при наибольшем допустимом заполнении ее грузом.

Приемная способность для каждого типоразмера конвейера является постоянным параметром и определяется скоростью движения несущего полотна и его геометрическими размерами: для ленточных конвейеров – шириной ленты, углом наклона боковых роликов.

Часовая (техническая) производительность конвейера является переменным параметром, зависящим от длины конвейера и угла наклона выработки. При проектировании конвейеров в расчетах учитываются их конструктивные параметры, такие как мощность привода и прочность ленты.

В процессе эксплуатации конвейерных комплексов в основном решаются два типа задач:

- выбор конвейера, соответствующего условиям эксплуатации;
- проверка соответствия параметров установленного конвейера условиям его эксплуатации.

Исходными данными для решения *первой задачи* являются:

- *максимальный минутный грузопоток* $\alpha_{1(\text{max})}$, Т/мин;
- *крупность транспортируемого груза* a^1 , мм;
- *расчетная производительность* $Q_{\text{р}}$, Т/ч;
- *средний угол наклона трассы конвейера* β , град.

Эксплуатационную производительность серийно выпускаемого конвейера определяют с учетом неравномерности поступающего грузопотока и длины конвейерной трассы. Эти параметры определяют общую загрузку конвейера, а следовательно прочность ленты и мощность привода.

Эксплуатационная производительность $Q_{\text{э}}$ равна

$$Q_{\text{э}} = 60 Q_{\text{ср}} k_t, \text{ Т/ч}$$

где Q_{cp1} – средний минутный грузопоток, т/мин; k_t – расчетный коэффициент неравномерности грузопотока.

Значение расчетного коэффициента k_t зависит от продолжительности t_k полной загрузки конвейера и от минутного коэффициента неравномерности k_1 грузопотока

$$t_k = L_k / 60 v, \text{ мин}$$

где L_k - длина конвейерной трассы, м; v – скорость ленты, м/с.

$$k_1 = Q_{max1} / Q_{cp1}$$

Значение среднего минутного грузопотока Q_{cp1} определяется по аналогии (5.1)

Исходными данными для решения *второй задачи* являются:

- расчетная производительность Q_p , т/ч;
- насыпная плотность угля γ , т/м³;
- максимальная крупность транспортируемого груза a' , мм;
- угол естественного откоса груза на ленте при движении ρ'' , град.;
- необходимая длина конвейера L_k , м;
- средний угол наклона трассы конвейера β , град.

Задачей второго этапа является сравнение предварительно принятой длины конвейера с его допустимой длиной при установленном значении эксплуатационной нагрузки, т.е. при условии, что $Q_{доп} = Q_3$

Решение второй задачи выполняется после выбора конвейера по «приемной способности».

По результатам проверочного расчета, определяют значения ширины ленты, ее прочности, мощности привода и сравнивают полученные параметры с фактическими (с параметрами установленного конвейера).

Тяговые расчеты конвейера приведены в методических указаниях /.../.

5.3.4 Требования к участковому конвейерному транспорту

В процессе формирования конвейерных линий ориентируются на создание автоматизированных конвейерных линий, в которых конвейерные и бункерные установки объединены общей системой управления с одного центрального пункта. При этом необходимо учитывать особенности горнотехнических условий каждой шахты и стремиться к обеспечению:

- малой разветвленности и минимально возможной протяженности линий путем рационального планирования топологии и взаимного положения горных выработок, предназначенных для установки конвейеров;

- минимального количества перегрузок с конвейера на конвейер за счет увеличения длины прямолинейных участков горных выработок и установки в них конвейеров с максимально допустимой длиной (по возможности следует устанавливать один конвейер на всю длину выработки);

- концентрации грузопотоков на наклонных и главных горизонтальных выработках с целью широкого применения высокопроизводительных мощных конвейеров унифицированного ряда, имеющих большую длину;

- учета перспективы роста нагрузки и изменения топологии горных выработок при выборе конвейеров для конвейерных линий с целью сокращения ка-

питательных затрат, сроков и трудоемкости переоборудования конвейерных линий в процессе эксплуатации шахт;

- широкого применения промежуточных аккумулирующих емкостей с целью повышения надежности работы конвейерных линий (особенно в местах сопряжения участкового и магистрального конвейерного транспорта);

- широкого применения телескопических ленточных конвейеров для обеспечения быстрого и не трудоемкого сокращения длины конвейерных линий вслед за подвиганием очистных забоев.

Практическое занятие № 2

Эксплуатационные расчеты участковых конвейерных комплексов

5.4 Аккумулирующие емкости в транспортных звеньях

5.4.1 Общие сведения о подземных аккумулирующих емкостях

Аккумулирующие емкости в зависимости от возможностей временного накопления угля подразделяются на *естественные и искусственные*.

К естественным аккумулирующим емкостям относят магазинные уступы, углеспускные печи, гезенки, скаты, которые предусматриваются технологическими схемами очистных работ при разработке крутопадающих и наклонных угольных пластов.

Размеры магазинного уступа определяются условиями размещения угля, получаемого от подвигания забоя за один цикл.

К искусственным аккумулирующим емкостям относятся:

- а) *специальные бункера*, сооружаемые на стыке конвейерного и локомотивного транспорта;

- б) *вагоны*, размещаемые на путях погрузочного пункта;

- в) *бункер-поезда*;

- г) *бункер-конвейеры*.

На угольных шахтах из искусственных аккумулирующих емкостей наибольшее применение имеют стационарные бункеры и запасные вагоны (бункера «на колесах») либо их сочетание.

Для обеспечения непрерывной и экономичной работы очистных забоев в узлах сопряжения транспортных звеньев, как правило, должно производиться выравнивание (осреднение) грузопотоков.

Обеспечивается это устройством **подземных бункеров** - сооружениями для накопления, кратковременного хранения и перегрузки **полезных ископаемых и пород**.

Задачи бункеризации:

- *сглаживание грузопотоков* поступающих из очистных забоев и подготовительного забоя

- *компенсирование влияния простоев транспорта* на работу очистных и подготовительных забоев

- *разделение потоков угля и пород* и различных марок угля

- *усреднение качественных характеристик угля*

Подземные бункеры подразделяют по функциональным признакам на *технологические и аварийные*.

К **технологическим** относят приемные, погрузочные, сглаживающие (усредняющие), смешивающие, разделяющие, дозирующие, обезвоживающие бункеры, *особенностью* которых является *выполнение определенных функций при нормальном* (неаварийном) режиме работы шахты.

К **аварийным** (аккумулирующим) относятся бункеры, предназначенные для аккумуляции полезного ископаемого или порода из очистных и подготовительных забоев в периоды, когда транспортная система шахты или её отдельные звенья простаивают из-за технических неполадок или организационных неувязок.

Технологические и аварийные бункеры играют важную роль в организации процессов добычи и транспортировки полезных ископаемых, особенно в условиях, где достигается высокий уровень концентрации и интенсивности производства.

Подземные бункеры подразделяются на два основных вида: *горные и механизированные* (механические)

- **горные** - у которых грузоразмещающей емкостью является непосредственно **горная выработка**;

- **механизированные** – *разборная емкость* заводского изготовления, оснащенная **механизмами** для распределения груза в емкости и выгрузки.

Механизированные бункеры подразделяются на:

- *конвейерные, бункеры с движущимися бортами*;

- *люковые*;

- *щелевые*;

- *бункеры с погрузочно-транспортным органом любого действия*.

При ведении очистных работ механизированные бункеры устанавливаются, как правило, в горизонтальных и пологонаклонных подземных участковых конвейерных выработках в качестве *усредняющих* (сглаживающих) и *аккумулирующих* (аварийных) емкостей.

Усредняющие (сглаживающие) **бункеры** следует сооружать в участковых конвейерных линиях, как можно ближе к очистным забоям.

Аккумулирующие емкости (аварийные) сооружаются:

- *на сопряжении сборных выработок лавы с магистральными горизонтальными выработками* для компенсации отказов магистрального транспорта;

- *в участковых выработках* по возможности ближе к очистному забою для компенсации отказов магистрального и участкового транспорта.

Рекомендуется иметь в одном маршруте (от очистного забоя до ствола) не более **2-х** последовательно расположенных аккумулялирующих бункеров.

5.4.2 Технологические характеристики аккумулялирующих бункеров

Применение *усредняющих* бункеров (подлавных и в местах сопряжения участковых конвейерных выработок) предусматривается, когда приемная способность выбранного конвейера $Q_{к.пр.}$ меньше максимального минутного грузопотока ($Q_{1(max)}$, $Q_{1(max)} \Sigma$), поступающего на конвейер.

Емкость усредняющего бункера определяется:

$$V = Q_3 * k_{б.у}$$

где $k_{б.у}$ – расчетный коэффициент (табличный); Q_3 – эксплуатационная производительность подбункерного конвейера

Для определения потребной емкости усредняющего бункера устанавливается производительность разгрузки бункера $Q_{б.у}$ (т/мин), которая изменяется в пределах:

$$\gamma Q_{к.пр} \geq Q_{б.у} \geq Q_3$$

где $Q_{к.пр}$ и Q_3 - приемная способность и эксплуатационная производительность подбункерного конвейера.

При $Q_{б.у} = Q_3$ происходит полное усреднение грузопотока учетная, но потребная емкость велика.

При $Q_{б.у} = \gamma Q_{к.пр}$ происходит полное усреднение грузопотока участков, но потребная емкость велика.

Рекомендуется $Q_{б.у} = \gamma Q_{к.пр}$, так как емкость нужна большая.

Емкость аккумулирующего промежуточного бункера в конвейерных линиях шахты определяется:

$$V \geq c A_{см.б}$$

где $A_{см.б}$ – сменный грузопоток проходящий через бункер, т/см; c - расчетный коэффициент учитывающий надежность работы подбункерной части конвейерной линии и зависящий от числа последовательно расположенных конвейеров в подбункерной конвейерной линии (Π)

При $\Pi = 1-2$, $c = 0,10$

$\Pi \geq 3$, $c = 0,12$

Емкость приемного бункера под опрокидывателем определяется по формуле:

$$V = \frac{m_c}{p} \left(1 - \frac{Q_{пит}}{Q_{оп}} \right), м^3$$

где m_c – емкость состава по углю, т; $Q_{пит}$ – производительность питателей и конвейеров по разгрузке бункеров, т/ч; $Q_{оп}$ – производительность опрокидывателя по загрузке бункеров, т/ч.

Емкость не должна быть меньше вместимости 1...1,5 вагонов.

При саморазгружающихся вагонах емкость принимается равной полуторной грузоподъемности одновременно разгружаемой партии.

При разгрузке вагонов через однопутевые приемные устройства устанавливают 5...6 ячеек емкостью 60...80 т, а через двухпутевые 10...12.

Длина ячеек должна соответствовать длине и ширине вагона. На практике принимают расстояние между осями ячеек, равным половине длины вагона, а ширину в среднем 6 м.

Емкость приемных устройств рассчитывается по формуле:

$$V_0 = V_n L$$

где L – длина фронта разгрузки, м; V_n – погонная емкость бункера м³/т:

$$V_{II} = \frac{2m}{\rho L_B};$$

где m – грузоподъемность вагона, т; L_B – длина одного вагона, м.

Принято $2m$ потому, что для лучшего заполнения ячеек выгружают одновременно два вагона.

Для буроугольных фабрик, принимающих угли повышенной влажности, применяются щелевые бункера. Учитывая необходимость оттаивания смерзающихся углей, емкость бункеров принимают повышенной. Погонную емкость одинарных щелевых бункеров принимают 30-35 т/м, сдвоенных 60-75 т/м. Длину бункеров принимают до 150 м. Ширину бункеров по верху определяют построением эпюры заполнения. Обычно это 6,5-8,0 л.

Емкость погрузочных устройств. При бункерной погрузке емкость погрузочных бункеров и фронт погрузки должны обеспечивать погрузку в установленные сроки, а при отправке материалов маршрутными составами продолжительность погрузки одного маршрута должна быть согласована с управлением железной дороги. Для предприятий угольной промышленности это время принято не более 2 ч.

При нормальной подаче составов под погрузку емкость погрузочных бункеров определяют из условия, чтобы полезное ископаемое грузилось без подачи на склад. Необходимая емкость погрузочных бункеров с учетом коэффициента неравномерности поступления продуктов в бункер и возможности опоздания в подаче составов:

$$G_s = K(zm + r''Q_{CP} - t'Q_{CP}), \text{ т}$$

где $K = 1,5$ (для шахт) и $K = 1,15$ (для фабрик) – коэффициент неравномерности поступления угля в бункер; z – число вагонов в составе; $t' = 1,5-2$ ч. – время погрузки состава; $t'' = 2-3$ ч. – возможное время опоздания в подаче состава; Q_{CP} – средняя производительность предприятия, т/ч.

При наличии на горном предприятии склада емкость бункеров может быть уменьшена, при этом погрузка частично будет осуществляться через склад. Схема может быть применена при полезном ископаемом, не боящемся дробления.

Емкость оперативных погрузочно-складских устройств для угля и концентрата не менее 2,5 суточной производительности при отгрузке при 5-ти дневной рабочей неделе; не менее 1,5-суточной – при 6-дневной, не менее суточной – при непрерывной. Предусматривают площадку для расширения склада.

Определение производительности транспортных установок приемно-погрузочных комплексов.

При подаче материала от приемных устройств конвейером производительность последнего находят (при $K = 1,5$):

$$Q = K_3 \frac{zm}{t_p}, \text{ т/ч.}$$

где $K_3 = 1,15-1,2$ – коэффициент запаса;

t_p – время разгрузки состава.

5.4.3 Эксплуатационные параметры подземных бункеров.

Бункер в системе «конвейер – бункер – конвейер»

В данной системе бункер может иметь два значения:

- уменьшение (сглаживание) неравномерности забойных грузопотоков;
- принятие груза для временного хранения в периоды отказов или остановок подбункерных конвейеров – аварийный бункер.

Глубина сглаживания (усреднения) может изменяться от максимального минутного $a_{1(\max)}$ до среднего минутного за оперативное время $a_{\text{ср}}$ поступающего в бункер грузопотока.

При проектировании конвейерных систем глубину (уровень) сглаживания следует ограничивать величиной среднеминутного грузопотока за время его поступления $a_{\text{ср}}$.

Глубину сглаживания δ_c выражается в относительных единицах

$$\delta_c = \frac{a_{\max} - Q_6}{a_{\max} - a_{\text{ср}}} \cdot 100\%$$

где Q_6 – производительность разгрузки бункера, т/мин.

Диапазон изменения δ_c принимается в пределах от 0 до 100%. При $\delta_c = 100\%$ осуществляется полное сглаживание (усреднение) неравномерного грузопотока до значения среднеминутного грузопотока ($Q_6 = a_{\text{ср}}$).

Производительность разгрузки сглаживающего (усредняющего) бункера Q_6 следует принимать в зависимости от принятой глубины сглаживания.

Если $\delta_c \leq 50\%$, то можно принимать $Q_6 = Q_{\text{п}}$

где $Q_{\text{п}}$ – приемная способность подбункерного конвейера.

При $\delta_c > 50\%$, производительность разгрузки бункера Q_6 не должна превышать техническую производительность подбункерного конвейера (выбранного ранее по эксплуатационной нагрузке), т.е. $Q_6 \leq Q_{\text{т}}$.

Вместимость усредняющих бункеров E зависит от характеристики грузопотока, поступающего в бункер и принятой глубины его сглаживания

$$E = \frac{\kappa_{\delta}}{\gamma} \cdot \sum_1^n a_{1(n)}, \text{ м}^3$$

где $a_{1(n)}$ – средний минутный грузопоток из одного очистного забоя, т/мин;

κ_{δ} – расчетный коэффициент (табл.5.2), принимаемый в зависимости от принятой глубины сглаживания δ_c и минутного коэффициента неравномерности $\kappa_{\text{н}}$ поступающего в бункер грузопотока.

Таблица 5.2.

Минутный коэффициент неравномерности поступающего в бункер грузопотока, $\kappa_{\text{н}}$	Относительная глубина сглаживания (усреднения) грузопотока, δ_c , %					
	25	50	75	100	125	150
1,2	1	1	2	3	5	10
1,6	1	2	3	7	20	35
2,0	1	2	5	10	30	80
2,4	1	2	6	12	40	-
2,8	1	3	7	15	60	-

Пример. Выбрать усредняющий бункер для конвейерной выработки 6-й северной лавы блока №6 шахты «Красноармейская-Западная №1»

Исходные данные:

тип бункера – сглаживающий;

средний минутный грузопоток $a_{1(n)}=3,2$ т/мин;

коэффициент неравномерности $\kappa_n=2,7$;

глубина сглаживания $\delta_c=75\%$

Необходимая вместимость сглаживающего бункера равна

$$E = \frac{\kappa_\delta}{\gamma} \cdot \sum_1^n a_{1(n)}$$

где κ_δ – расчетный коэффициент (таб. 3.2), принимаемый в зависимости от принятой глубины сглаживания δ_c и минутного коэффициента неравномерности κ_n , поступающего в бункер грузопотока, $\kappa_\delta = 3$.

$$E = \frac{3}{0,85} \cdot 3,2 = 11 \text{ м}^3$$

Принимаем бункер БС-35П, имеющий следующие параметры:

вместимость -35т;

производительность выгрузки – 2,55 м³/мин;

мощность привода – 32 кВт

Бункер в системе «локомотивный транспорт – бункер – конвейер»

В данной системе бункер должен обеспечивать высокую производительность разгрузки вагонеток на обменном пункте и равномерную загрузку подбункерного конвейера.

Производительность разгрузки бункера на обменном пункте равна

$$Q_b = \kappa_p G / t_{г.ср}, \text{ Т/МИН}$$

где κ_p – коэффициент резерва производительности разгрузки бункеров, принимается в пределах 1,3...1,5; G – средняя грузоподъемность одного состава вагонеток, т; $t_{г.ср}$ – среднее время между прибытием на обменный пункт груженых составов, мин. Определяется по данным хронометражных наблюдений или из анализа графика движения поездов. При приближенных расчетах рекомендуется пользоваться формулой

$$t_{г.ср} = \frac{T_{см} \cdot G}{\sum_j^n A_{см.i}}, \text{ МИН}$$

Бункер в системе «участковый конвейер – бункер – локомотивная откатка»

В данном случае бункер используется для обеспечения непрерывной работы забоев при временном отсутствии составов порожних вагонеток на погрузочном пункте, а также для ускорения процесса загрузки вагонеток на погрузочном пункте, а также для ускорения процесса загрузки вагонеток, что увеличивает производительность локомотивной откатки.

Требуемая вместимость бункера E определяется по формуле

$$E = \frac{a_{cp} \cdot t_{n.cp} \cdot K_y}{\gamma}, \text{ м}^3 \quad (5.4.1)$$

где a_{cp} – среднее значение поступающего в бункер грузопотока за оперативное время, т/мин; γ – насыпная плотность угля, т/м³; $t_{n.cp}$ – среднее время одного простоя погрузочного пути из-за отсутствия порожних составов.

Определяется $t_{n.cp}$ путем хронометражных наблюдений или анализа графика движения поездов с учетом фактора случайности. По данным хронометражных наблюдений на действующих шахтах с локомотивной откаткой по магистральным горизонтальным выработкам $t_{n.cp}=15\dots20$ мин; K_y – коэффициент учитывающий требуемый уровень снижения простоев. Находится по табл.5.3

Таблица 5.3

Уровень снижения простоев, %	70	80	90	95
K_y	1,2	1,6	2,3	3,0

Рекомендуется принимать уровень снижения транспортных простоев для комплексно-механизированных лав 95%, соответственно $K_y = 3,0$.

Среднее значение поступающего в бункер грузопотока за оперативное время определяется по формуле

$$a_{cp} = \frac{\sum_1^n A_{cm}}{T_{cm}}, \text{ т / мин}, \quad (5.4.2)$$

где $\sum_1^n A_{cm}$ - суммарная сменная добыча, поступающая от n забоев в бункер, т/см;

T_{cm} – продолжительность рабочей смены, мин.

В случае, когда в течение рабочей смены планируется регламентированные технологические перерывы ($t_{пер.}$) в подаче груза в бункер, в формуле (5.4.2) вместо T_{cm} подставляется $T_{cm} - t_{пер.}$

Если у погрузочного пункта имеется неснижаемый запас порожних вагонеток, то требуемая вместимость бункера определяется как разность между величиной, определяемая по формуле (5.4.1), и суммарной вместимостью порожних вагонеток.

Производительность разгрузки бункера должна быть равна или больше средней величины поступающего в бункер грузопотока за машинное время a_{cp} .

5.5 Схемы участкового транспорта при локомотивной откатке грузов

5.5.1 Схемы развития рельсовых путей у погрузочных пунктов лав и расчеты их параметров при локомотивной откатке

При доставке угля от лав в вагонетках на сорежнении очистного забоя и подготовительных выработок формируются подземные станции, на которых выполняют специальные погрузочно-транспортные работы:

- подачу порожних вагонов для загрузки;
- вывозку груженых составов;

- обмен порожних составов на груженные;
- выдачу груженных вагонеток с разными грузами на поверхность;
- разгрузку вагонеток, прибывших на участок с разными грузами;
- комплектование порожних составов.

Для обеспечения бесперебойной работы очистных забоев погрузочные пункты должны оборудоваться аккумулярующей емкостью в виде передвижного механизированного бункера или запаса порожних вагонеток.

Величина аккумулярующей емкости E устанавливается в зависимости от производительности лав, неравномерности грузопотока, суточных затрат на содержание единицы емкости.

При отсутствии бункера аккумулярующая емкость создается в виде запаса вагонеток, которые размещаются под лавой в аккумулярующей разминовке однопутных выработок и обменной разминовке двухпутных.

Величина аккумулярующей емкости принимается с учетом нагрузки на очистной забой и коэффициента вариации грузопотоков $\sigma_{оп}$. При принятии проектных решений определяется по данным, приведенным в таблице 5.5.1.

Для выполнения маневров и размещения запаса порожних вагонеток у погрузочных пунктов лавы разрабатывается схема путевого развития, соответствующая установленной величине аккумулярующей емкости.

В зависимости от схемы путевого развития пункты погрузки различают:

- с отстающей разминовкой;
- с разминовкой у места погрузки (симметричной разминовкой).

Таблица 5.5.1

Нагрузка на забой, т/сут	Необходимая аккумулярующая емкость (т) при вариации минутного грузопотока $\sigma_{оп}$									
	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
150	-	-	-	-	-	-	-	10	15	15
300	-	-	-	-	-	30	35	35	40	40
450	-	-	-	-	-	45	50	50	55	60
600	-	-	-	-	50	55	55	60	65	-
750	-	-	-	-	65	75	75	80	-	-
1000	-	-	-	90	95	100	100	-	-	-
1250	-	-	-	130	135	140	-	-	-	-
1500	-	170	175	175	180	-	-	-	-	-
2000	-	210	215	220	230	-	-	-	-	-
2500	-	260	265	270	-	-	-	-	-	-
3000	-	310	320	330	-	-	-	-	-	-
3500	-	370	390	-	-	-	-	-	-	-
4000	430	450	450	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5.5.2

Сечение выработок в свету, м ²	Подвигание подготовительного забоя за цикл, м	Емкость вагонетки, м ²	Штреки									
			Однопутный					Двухпутный				
			Сцепной вес электровоза, тс									
			аккумуляторный			контактный		аккумуляторный			контактный	
			7	10	14	10	14	7	10	14	10	14
7,5 и более	2,0	1,1	95	150	-	150	-	-	-	-	-	-
		1,5	85	135	-	150	150	-	-	-	-	-
		2,5	70	115	125	125	125	-	-	-	-	-

		3,3	65	95	105	105	105	–	–	–	–	–
	3 – 4	1,1	95	150	–	–	–	–	–	–	–	–
		1,5	85	135	–	150	–	–	–	–	–	–
		2,5	70	115	145	125	150	–	–	–	–	–
		3,3	65	95	135	105	135	–	–	–	–	–
8,8 и более	2 – 4	1,1	95	150	–	150	–	60	90	–	100	–
		1,5	85	135	–	150	–	55	80	125	90	105
		2,5	70	115	145	125	150	45	70	85	75	90
		3,3	65	95	135	105	135	45	60	80	65	80

Отстающие разминовки (рис.5.5.1, а) применяются, как правило, на передвижных погрузочных пунктах, расположенных на однопутевом штреке.

Разминовки у места погрузки оборудуются почти на всех стационарных и полустационарных погрузочных пунктах.

При отработке лав обратным ходом подача угля из лавы, к месту загрузки в вагонетки, осуществляется по **берме** скребковыми конвейерами или телескопическими конвейерами, установленными в штреке (рис. 2.7).

Длина рельсовых путей L_e для размещения вагонеток, образующих аккумулярующую емкость под лавой, рассчитывается по формуле:

$$L_e = (E - E_a) L_c / Q_{\Pi}$$

где E – необходимая величина аккумулярующей емкости, т; E_a – емкость магазинного уступа, углеспускной печи, гезенка, ската или бункера, оборудованного под лавой, т; L_c – длина принятого на шахте состава вагонеток, м; Q_{Π} – полезная грузоподъемность состава по углю, т

При сплошных системах разработки угольных пластов параметром, определяющим эффективность локомотивной откатки угля из лав и горной массы из подготовительных забоев является величина опережения штрека и протяженность рельсовых путей для аккумулярующей емкости под лавой.

Для обеспечения независимой работы транспорта рассчитывается протяженность рельсовых путей L_{Π} в опережающей части штрека.

Расчетная длина опережения устанавливается с учетом:

- размещения проходческого оборудования;
- запаса вагонеток для погрузки горной массы от подвигания подготовительного забоя за один цикл;
- выполнения маневров по загрузке и обмену составов

Необходимая длина опережения принимается в зависимости от сечения штрека, величины подвигания подготовительного забоя за цикл, типа вагонеток и электровозов в соответствии с данными, приведенными в таблице 5.5.2.

Порядок определения параметров аккумулярующих и технологических емкостей, а также величины опережения штрека приведен на примере.

Пример расчета параметров аккумулярующих емкостей.

Исходные данные:

Двухпутный штрек с аккумулярующей и обменной разминовками под лавой. Лава отрабатывается прямым ходом;

- суточная нагрузка $A_{\text{сут}} = 600$ т;
- показатель вариации грузопотока $\sigma = 0,72$;
- сечение откаточного штрека в свету $S = 12,5$ м²;

- подвигание подготовительного забоя за цикл $V_{п.з.} = 3$ м.

Подвижной состав.

Тип шахтной вагонетки – ВГ-3,3; длина вагонетки $l_z = 3,45$ м;

- число вагонов в составе с углем $Z = 25$;

- тип электровоза 13 АРП; - длина электровоза $l_3 = 5,6$ м.

Стационарной емкости (бункера, гезенка) под лавой нет.

П о р я д о к р а с ч е т а .

1. Определяем длину принятого на шахте электровозного состава L_c :

$$L_c = Z l_z + l_3 = 3,45 * 25 + 5,6 = 92 \text{ м.}$$

2. По данным табл. 5.5.1, для суточной нагрузки $A_{сут.}$ определяем необходимую величину аккумулирующей емкости под лавой $E = 60$ т.

3. Рассчитываем полезная грузоподъемность состава по углю

$$Q_{п} = Z * V_{ваг*}, \text{ т}$$

Протяженность рельсовых путей для размещения этой емкости

$$L_e = (E - E_a) L_c / Q_{п} = 60 * 92 / 75 = 74 \text{ м}$$

По данным табл. 5.5.2 принимаем протяженность рельсовых путей $L_{п}$ в опережающей части штрека, обеспечивающую независимую работу подготовительного забоя. Для заданных условий $L_{п} = 80$ м.

Общая протяженность опережающей части штрека составит:

$$L_0 = L_e + L_c + L_{п} = 74 + 92 + 80 = 246 \text{ м}$$

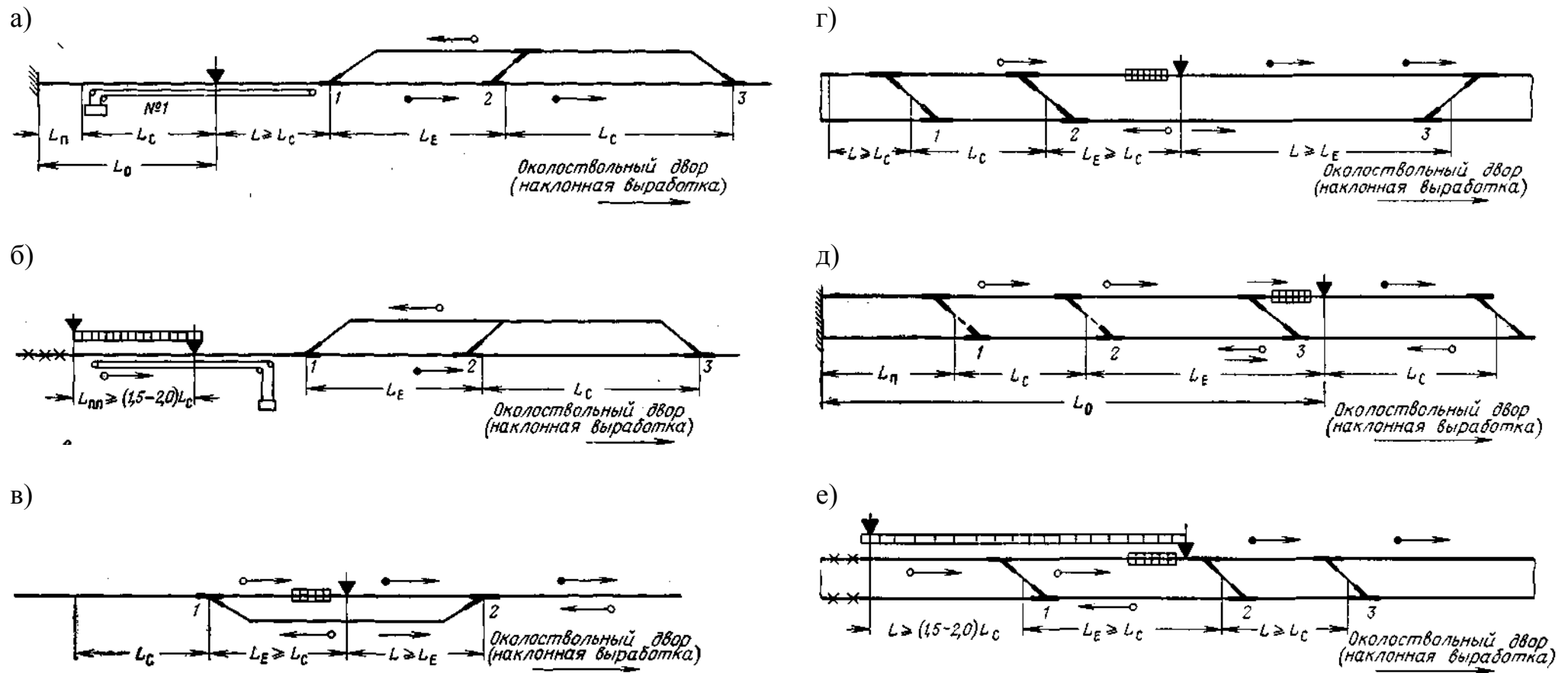


Рис. 5.5.1. Схемы путевого развития у погрузочных пунктов лав

Однопутные штреки: а – с отстающей аккумулярующей и обменной разминовками при работе лав прямым ходом; б - то же при работе лав обратным ходом; з - с разминовкой под стационарным (полустационарным) погрузочным пунктом.

Двухпутные штреки: е - под стационарным (полустационарным) погрузочным пунктом; ж – с аккумулярующей и обменной разминовками под лавой при работе прямым ходом, з - с аккумулярующей и обменной разминовками при работе лавы обратным ходом

5.5.2 Компоновка оборудования погрузочных пунктов лав

Для выполнения всех операций, необходимых для загрузки вагонеток и перемещения их у погрузочных пунктов очистных забоев, подземные станции комплектуются специальным оборудованием, включающим:

- *перекрывающее межвагонеточное устройство ;*
- *маневровые лебедки, толкатели и гасители скорости*
- *специальные стрелочные переводы;*
- *затворы, питатели и уплотняющие устройства;*
- *тормозные устройства и компенсаторы высоты;*
- *разгрузочные устройства для поступающих грузов*

Набор этих средств механизации на погрузочном пункте определяется способом загрузки вагонеток (бункерная или конвейерная), типом и типоразмером откаточных сосудов, сроком службы погрузочных пунктов, схемой горных работ и горнотехническими условиями.

При проектировании погрузочных пунктов оборудование комплектуется в следующих сочетаниях:

- а) питатель – перегружатель – толкатель;
- б) питатель – толкатель;
- в,г) перекрыватель – толкатель;
- д) толкатель

Толкатели – предназначены для принудительного перемещения вагонеток или нерасцепленных составов в процессе их загрузки и маневров.

Толкатели различаются:

- *по способу воздействия на вагонетку:* - толкатели нижнего действия и верхнего действия;
- *по роду потребляемой приводом энергии:* - электрические, пневматические, электрогидравлические;
- *по способу монтажа:* - фундаментные, бесфундаментные;
- *по типу тягового органа:* - цепные, канатные, поршневые, с толкающей тележкой.

При проектировании подземных станций у передвижных и полустационарных погрузочных пунктов для одностороннего проталкивания нерасцепленных составов и отдельных вагонеток рекомендуется применять бесфундаментные переносные электрогидравлические толкатели типа ПТВМ.

В конструктивном исполнении толкатели ПТВМ состоят из монтируемой между рельсами рамы, на которой закреплены направляющие зубчатые рейки с кулаками и цилиндры, а также насосной станции с гидрораспределительной аппаратурой, устанавливаемой в нише. Для управления толкателем рабочее место оператора снабжено дроссельным краном.

Проталкивание вагонеток осуществляется поочередным воздействием каждого из кулаков на переднюю или заднюю оси вагонетки за счет возвратно-поступательного движения поршней в гидроцилиндрах. При каждом ходе поршня одна рейка движется вперед, а другая – назад. Вместе с ними перемещаются шарнирно закрепленные кулаки, которые отклоняются назад при обратном ходе реек.

Для вагонеток ВГ1,6, ВГ2,5 и ВГ3,3 Дружковским машиностроительным заводом выпускаются соответствующие модели толкателей ПТВ1М, ПТВ2М, ПТВ3М с толкающим усилием 80 кН и ходом толкающего кулака соответственно 2200, 3040 и 3880 мм. Перечисленные модели толкателей оборудованы двигателями КОФ21-6 мощностью 11 кВт с частотой вращения 975 об/мин.

На действующих шахтах для проталкивания нерасцепленных составов вагонеток применяют также маневровые лебедки типа ЛВД, а для одиночных вагонеток с глухим кузовом цепные толкатели ТЦН нижнего действия, тяговым органом которых является втулочно-роликовая цепь.

Питатели – устройства, осуществляющие непрерывную подачу материала из бункера с заданной скоростью и заданным поперечным сечением.

Механические питатели подразделяются:

с непрерывным поступательным движением рабочего органа – пластинчатые, ленточные, цепные, скребковые;

с возвратно-поступательным движением – лотковые, качающиеся, вибрационные, электровибрационные, поршневые;

с вращательным движением – тарельчатые, лопастные, барабанные, крыльчатые, шнековые.

Наиболее рациональным для погрузочных пунктов шахт считается гидравлический качающийся питатель типа ПГ с рабочим органом в виде стола, совершающего возвратно-поступательное движение на роликах. Для направления потока угля служат съемные боковые стенки, а для предотвращения просыпания угля – шарнирно подвешенные отражатели. Питатель отличается малыми габаритами и весом. Монтируется в существующих углеспускных печах без дополнительных горных работ. Насосная станция устанавливается в любой части откаточной выработки. Гидросистема питателя позволяет с помощью дросселя плавно регулировать производительность загрузки.

Кроме погрузочных пунктов на рельсовом транспорте, питатель типа ПГ может использоваться при выпуске угля из гезенков на конвейер.

Перекрыватель межвагонеточного пространства служит для предотвращения просыпания угля на почву выработки через межвагонеточное пространство во время загрузки вагонеток.

Конструкция перекрывателя определяется в основном конструкцией вагонетки. Для вагонеток типа ВГ с глухим кузовом и типа ВД с донной разгрузкой наиболее рациональным следует считать лотковый перекрыватель.

Лотковый перекрыватель устанавливается непосредственно под потоком угля и занимает одно из двух рабочих положений, обеспечивая прием и направление потока угля в одну из находящихся в точке загрузки смежных вагонеток. При повороте лотка последний частично аккумулирует уголь, который затем сбрасывается в вагонетку.

Конвейерный перекрыватель представляет собой короткий конвейер с электроприводом, устанавливаемый над вагонетками параллельно составу и принимает на себя поток угля из бункера или непосредственно с конвейера и направляет его в одну из смежных вагонеток.

Из перекрывателей межвагонеточного пространства наибольшее распространение получили перекрыватели лоткового и каретчатого типов. Выпускаются они с ручным и электрическим приводом, а также бесприводные.

Работа любого погрузочного пункта (переносного, полустационарного, стационарного) включает следующие операции:

- маневровые работы по обмену груженых составов на порожние – выполняются обычно электровозами или маневровыми лебедками (на погрузочных пунктах с отстающими разминолками);
- протягивание составов при загрузке – может осуществляться толкателями, маневровыми лебедками или электровозами;
- предотвращение просыпания полезного ископаемого или породы в межвагонное пространство при протягивании вагонеток под загрузку.

Существуют **два способа погрузки** вагонеток:

- *без применения перекрывателей межвагонеточного пространства;*
- *с применением перекрывателей*

При отсутствии перекрывателя погрузка, во время прохода под люком межвагонеточного пространства, приостанавливается.

Продолжительность перечисленных выше работ определяет пропускную способность погрузочного пункта.

5.5.3 Эксплуатационные параметры погрузочно-перегрузочных пунктов

Эффективность погрузки угля (горной массы) в вагонетки определяется характеристиками применяемого маневрового оборудования. Независимо от типа погрузочно-перегрузочного пункта выбор маневрового оборудования производится с учетом:

- *величины максимального грузопотока из загрузочного устройства;*
- *типа и объема вагонетки;*
- *потребной скорости продвижения вагонеток под загрузкой;*
- *тягового усилия маневровых средств.*

По названным характеристикам подбирается соответствующее типовое маневровое оборудование, а также устанавливается максимально возможная производительность погрузочно-перегрузочного пункта, которая определяется:

- *объемом применяемых вагонеток;*
- *скоростью их протягивания;*
- *продолжительностью не совмещенных с погрузкой вспомогательных операций.*

Существуют два способа погрузки вагонеток:

- *без применения перекрывателей межвагонеточного пространства;*
- *с применением перекрывателей межвагонеточного пространства.*

При отсутствии перекрывателя погрузка во время прохода под люком межвагонеточного пространства приостанавливается.

Максимальная возможная производительность ППП в рассматриваемом случае определяется затратами времени на собственно загрузку вагонетки и на ее обмен у загрузочного устройства и рассчитывается по формуле

$$Q_{п.п} = \frac{\gamma_H V_B}{t_u}$$

где $Q_{п.п}$ - максимальная производительность, т/мин;

γ_H - объемная масса материала (уголь, горная масса) в насыпке, т/м³;

V_B - объем вагонетки, м³;

t_u - время цикла загрузки, т. е. интервал между началом загрузки следующих друг за другом вагонеток, мин.

Время цикла t_u (мин) может быть получено из соотношения

$$t_u = t_0 + t_n + t_3 + t_{п. м} + t_{пр},$$

где t_0 - время, затрачиваемое на открывание запорного устройства (при погрузке из люка) или на пуск загрузочного, мин;

t_n - время заполнения вагонетки горной массой, мин;

t_3 - время, затрачиваемое на закрывание затвора после загрузки вагонетки (при погрузке из люка), мин:

- при погрузке угля из люковс ручным приводом затвора

$$t_0 + t_3 = 0,54 \div 0,7 \text{ мин};$$

- при погрузке угля из люков с пневматическим приводом затвора

$$t_0 + t_3 = 0,17 \div 0,25 \text{ мин};$$

$t_{п. м}$ - время, необходимое для пуска маневрового оборудования, мин:

- при протягивании состава локомотивом $t_{п. м} = 0,1 - 0,2$ мин;

- при наличии толкателя или лебедки $t_{п. м} \leq 0,01$ мин и его можно не учитывать;

$t_{пр}$ - время протягивания партий после заполнения вагонетки до установки под загрузку очередной вагонетки, мин.

Время протягивания партии $t_{пр}$ (мин) при загрузке вагонетки в один прием равно

$$t_{пр} = \frac{2l_3 + l_{сц} + b_3}{60v_{пр}},$$

где $l_3 = 0,1 \div 0,2$ — зазор, необходимый для предотвращения просыпания горной массы через борта вагонетки, м;

$l_{сц} = 0,5 \div 0,6$ — расстояние между кузовами вагонеток при растянутых сцепках, м;

b_3 - ширина загрузочного устройства, м;

$v_{пр}$ - скорость протягивания партии маневровым оборудованием, м/с;

- при протягивании локомотивами — $v_{пр} = 0,25 \div 0,5$ м/с.

Время заполнения вагонетки горной массой (t_n , мин) получается из соотношения

$$t_n = \frac{\gamma_H V_B}{Q_p}$$

где q_p - максимальная производительность загрузочного устройства, т/мин, принимается равной максимальной производительности выпуска горной массы из емкости

Если обозначить $t_{в.о} = t_0 + l_3 + t_{п.м}$, то с использованием выше изложенных выражений можно получить зависимость для определения производительности ППП ($Q_{п,т/мин}$) в следующем виде:

$$Q = \frac{60\gamma_H V_B q_p v_{np}}{60v_{np}(\gamma_H V_B + t_{в.о} q_p) + q_p(2l_3 + l_{сц} + b_3)}$$

где $t_{в.о}$ время выполнения вспомогательных операций, мин.

Если при погрузке партия вагонеток протягивается локомотивом, то производительность ППП удобнее определять по формуле

$$q_{п} = \frac{\gamma_H V_B q_p}{\gamma_H V_B + q_p(t_{в.о} + t_{пр})},$$

где $t_{пр} = 0,2 \div 0,3$ мин

Используемые при проектировании погрузочно-перегрузочных пунктов параметры серийных вагонеток с глухим кузовом и с донной разгрузкой приведены в табл. 5.5.3.

Таблица 5.5.3 Технические характеристики шахтных откаточных сосудов

Обозначение модели	Вместимость кузова, м ³	Допустимая нагрузка, кН	Колея, мм	Размеры, мм			Жесткая база, мм	Масса порожней вагонетки, т
				Длина	Ширина	Высота		
ВГ1,6	1,6	30	600	2700	850	1200	800	0,69
ВГ2,5	2,5	45	900	2800	1240	1300	800	1,00
ВГ3,3	3,3	60	900	3450	1240	1300	1100	1,26
ВДК2,5Д	2,3	45	900	2900	1350	1400	1650	1,50
ВДК2,5К	2,5	45	900	2450	1240	1500	1650	1,44
ПС1,5	1,5	27	600	1800	950	1450	-	-
ПС2,0	3,0	54	900	2520	1350	1400	-	-
ПС3,5	3,5	63	900	2846	1350	1600	-	1,35
ВД3,3	3,3	60	900	3575	1350	1400	1100	1,65

Следует отметить, что при подготовке новых горизонтов или частичной реконструкции шахт необходимо ориентироваться на откаточные сосуды, применяемые на вышележащих горизонтах. Обусловлено это тем, что на действующих шахтах, и в особенности разрабатывающих крутые и крутонаклонные пласты, одновременно могут работать два - три горизонта. Поэтому, при соответствующем обосновании, допускается применение вагонеток типа ВГ.

При применении перекрывателей межвагонеточного пространства отсутствуют несовмещенные с погрузкой вспомогательные операции. Поэтому максимальная возможная производительность ППП приблизительно равна максимальной производительности загрузочного устройства. Так как первичный конус горной массы в этом случае образуется при неподвижной вагонетке, то не-

заполненная часть кузова имеет постепенно уменьшающуюся приемную способность, что требует определенного соответствия между производительностью загрузки и скоростью проталкивания состава.

При использовании перекрывателей лоткового типа необходимую скорость проталкивания ($v_{пр}$, м/с) можно определять по эмпирической формуле

$$v_{пр} = 0,02 \frac{l_k}{V_b} q_p^{1,32},$$

где V_b — объем вагонетки, м³;

q_p — максимальная производительность загрузочного устройства, м³/мин;

l_k — длина кузова вагонетки, м.

Максимальное тяговое усилие ($F_m > \text{даН}$) маневрового оборудования (лебедки или толкателя) может быть определено на основе уравнения движения поезда.

Зависимость для тягового усилия имеет следующий вид:

$$F_m = z_r (m_r + m_n) (\omega_r \pm i_r + 108a) + z_n m_n (\omega_n \pm i_n + 108a),$$

где m_r - масса груза в вагонетке, т;

m_n - масса порожней вагонетки (тара), т;

z_r и z_n - максимальное число одновременно протягиваемых груженых и порожних вагонеток;

i_r и i_n - уклон грузовых и порожняковых путей, %;

- знак плюс принимается при движении вверх по уклону,

- знак минус — при движении вниз;

$a = 0,02 \div 0,035 \text{ м/с}^2$ — ускорение состава при трогании с места;

ω_r и ω_n — удельное сопротивление движению груженых и порожних вагонеток, даН/т,

Маневровое оборудование выбирается по рассчитанным значениям F_m и $v_{пр}$ с учетом способа погрузки, типа и объема вагонетки.

Рис.5.5.2 Принципиальные схемы компоновки оборудования на погрузочных пунктах

5.6 Технологические основы выбора оборудования участкового транспорта

Зона действия участкового транспорта начинается от погрузочного пункта лавы и распространяется по горизонтальным, наклонным и вертикальным горным выработкам до сопряжения с транспортными выработками основного горизонта.

При разработке пологих пластов участковые горизонтальные и наклонные выработки объединяются с помощью узлов сопряжения в единую транспортную сеть, которая связывает очистные и подготовительные забои с выработками горизонта околоствольного двора.

Следует отметить, что при одном и том же пространственном расположении горных выработок возможно применение различных средств участкового транспорта как на отдельных его последовательных звеньях, так и в их стыках. Обусловлено это не только горнотехническими условиями эксплуатации транспортных средств, но и экономичностью их применения в конкретных условиях. Например на одних и тех же горизонтальных выработках могут быть использованы различные комбинации конвейерного транспорта или локомотивная откатка грузов электровозами или дизелевозами. Поэтому типовые технологические схемы участкового транспорта / / корректируются с учетом конкретных производственных ситуаций и экономичности того или иного вида транспорта.

Выбор транспортных машин и оборудования заключается в анализе исходных данных и синтезе расчетных параметров рассматриваемого транспортного оборудования. При этом ориентация должна быть на применение транспортных средств нового поколения.

Процедура выбора транспортных машин начинается с построения схемы (пути) транспортирования угля по подземным горным выработкам начиная от погрузочного пункта лавы по штреку, расположенному в уклонном или бремсберговом поле, затем по уклону или бремсбергу.



Основные этапы выбора транспортных машин