

Министерство образования Рязанской области

**ОГБПОУ « РЯЖСКИЙ КОЛЛЕДЖ  
имени Героя Советского Союза А.М.Серебрякова»**

**Конспект  
по МДК 02.02  
Производственные предприятия  
дорожной отрасли**

**Разработала: Киселева И.В.**

**Ряжск,  
2022 год**

Оглавление:

№ тем	Наименование темы	Страницы
	<b>Пояснительная записка</b>	2
	<b>Введение</b>	3
	<b>Раздел 1. Карьеры</b>	4
1.1	Горнотехнические понятия и терминология	4
1.2	Подготовка месторождений к разработке.	6
1.3	Вскрышные работы в карьерах	10
1.4	Добычные работы в карьерах.	14
1.5	Принципы проектирования карьеров	18
1.6	Охрана окружающей среды и техника безопасности при разработке карьера.	20
	Контрольные вопросы по I разделу	25
	<b>Раздел 2. Буро-взрывные работы</b>	26
2.1	Технологические требования к буровзрывным работам.	26
2.2	Способы бурения взрывных выработок	28
2.3	Понятие о взрыве и взрывных веществах.	33
2.4	Средства и способы взрывания	38
2.5	Методы взрывных работ.	42
2.6	Технологии, механизация и организация буровзрывных работ.	44
2.7	Охрана труда и техника безопасности при буровзрывных работах	46
	Контрольные вопросы по II разделу	49
	<b>Раздел 3. Производственные предприятия</b>	49
3.1	Дробление и сортировка горных пород.	49
3.2	Базы хранения и приготовления органических вяжущих материалов	56
3.3	Асфальтобетонные заводы.	61
3.4	Цементобетонные заводы	73
3.5	Полигоны изготовления элементов железобетонных конструкций.	77
3.6	Грунтосмесительные установки	79
3.7	Охрана труда и техника базах, заводах и полигонах.	84
	Контрольные вопросы по III разделу	84
	Литература.	86

## **Пояснительная записка**

Краткий конспект разработан в соответствии с Федеральными Государственными образовательными стандартами 3 поколения по специальности среднего профессионального образования 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов.

Материалы, представленные в конспекте, разработаны в соответствии с технологиями и оборудованием, которое используется в отрасли в настоящее время.

Большая часть информации взята из материалов выставок «Строительная техника и технология» и «Дорога». Так же большой объем материала взят с сайтов заводов производящих оборудование для производства и переработки дорожно-строительных материалов.

Материал разработан в соответствии с характеристикой профессиональной деятельности выпускников. Один из видов деятельности к которому должен быть готов техник - это участие в организации работ по производству дорожно-строительных материалов. Вместе с тем техник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими виду профессиональной деятельности участия в организации работ по производству дорожно-строительных материалов.

Материал в конспекте построен таким образом, чтобы в результате изучения профессионального модуля, обучающийся должен иметь практический опыт, знать и уметь: приготовление асфальтобетонных и цементобетонных смесей; ориентироваться в основных этапах подготовки месторождения к разработке; обоснованно выбирать схемы работы горного оборудования; знать способы добычи и переработки дорожно-строительных материалов.

Данный конспект позволяет студентам, пропустившим занятия по тем или иным причинам, изучить пропущенный материал. В случае затруднений в самостоятельной работе студентам следует обратиться за помощью к преподавателям.

## РАЗДЕЛ I. Карьеры

### Тема 1.1 Горнотехнические понятия и терминология

#### Вопросы:

1. Общее понятие о добыче каменных материалов открытым способом.
2. Классификация карьеров.
3. Горнотехнические понятия и терминология.

#### 1. Общее понятие о добыче каменных материалов открытым способом.

Разработка полезных ископаемых на дневной поверхности называется разработкой открытым способом. Весь комплекс работ по добыче каменных материалов называется горными работами.

Разработка месторождений открытым способом называется карьером.

Разработка полезного ископаемого открытым способом по сравнению с подземной разработкой, имеет следующие преимущества:

- более высокая производительность труда, низкая себестоимость (не нужно освещение, нет креплений горных выработок);
- более низкие потери полезного ископаемого и более благоприятные условия для раздельной выемки полезного ископаемого;
- короткие сроки строительства карьера;
- более безопасные условия труда рабочих;
- лучшие санитарно-гигиенические условия труда рабочих;
- возможность применения любых взрывчатых веществ и их меньший расход.

#### Недостатки:

- зависимость от метеоусловий;
- необходимость использования под отвалы больших площадей с/х угодий;
- рекультивация и восстановление площадей породных отвалов.

#### 2. Классификация карьеров.

##### А) по виду породы:

каменные;  
песчаные;  
песчано-гравийные.

##### Б) по сроку службы:

временные;  
притрассовые;  
базисные

##### В) по глубине:

малые до 10 м;  
средние от 10 - 100 м;  
глубокие от 100-500 м.

##### Г) по мощности полезного слоя:

малой мощности;  
средней от 10-40м;  
большой от 40-100 м и более.

##### Д) по форме залегания:

- пластообразные;
- столбообразные;
- сложной конфигурации.

### 3. Горнотехнические понятия и терминология.

Рабочий борт (1) - это боковая поверхность, ограничивающая карьер, где ведутся горные работы.

Нерабочий борт (2) – борт карьера или его отдельные участки, контуры которых совпадают с конечными контурами карьера.

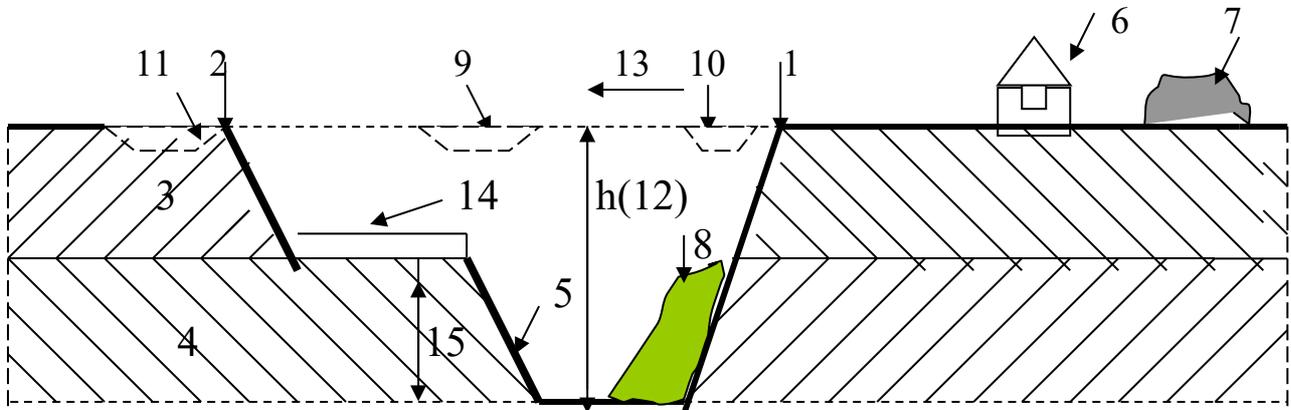


Рисунок 1. Схема карьера

Часть толщи пустых пород или полезного ископаемого, разрабатываемая самостоятельными средствами отбойки, погрузки и транспортирования, называется уступом.

(3)-вскрышной уступ, (4)-добычной уступ.

Откос уступа (5) – наклонная поверхность, ограничивающая уступ со стороны выработанного пространства. Характеризуется углом наклона  $\alpha$ , который зависит от вида породы и высоты уступа.

Основные элементы уступа: площадка, откос и бровки (см. рис. 2)

Нижняя горизонтальная поверхность рабочего уступа (а) называется нижней площадкой уступа, верхняя горизонтальная поверхность уступа (б) верхней площадкой уступа (кровля уступа).

Насыпь пустых пород удаленная при разработке месторождения называется отвалом.

Отвалы бывают: внешние (7), внутренние (8).

Траншеей называется горная выработка трапециидального сечения значительной длины. Капитальная траншея (9) бывает откаточной и транспортной.

Капитальную траншею проходят первой, обычно она располагается за контурами карьерного поля и служит для транспортирования вскрышных и добычных пород из карьера.

Разрезная траншея (10) предназначена для засечки уступа и по мере продвижения фронта работ расширяется, постепенно образуя выработанное пространство карьера.

Специальная траншея предназначена для отвода поверхностных вод (11). Расстояние от дневной поверхности до дна карьера, называется – глубиной карьера (12).

(13) - направление фронта работ, (14) - рабочая площадка (расположены развал породы, горные машины и транспортные средства).

Ширина рабочей площадки зависит от горного оборудования, транспортных средств и полосы безопасности.

Кратчайшее расстояние между верхней и нижней площадками (между кровлей и почвой) называется высотой уступа (15). Высота уступа зависит от горного оборудования, от мощности пластов полезного ископаемого.

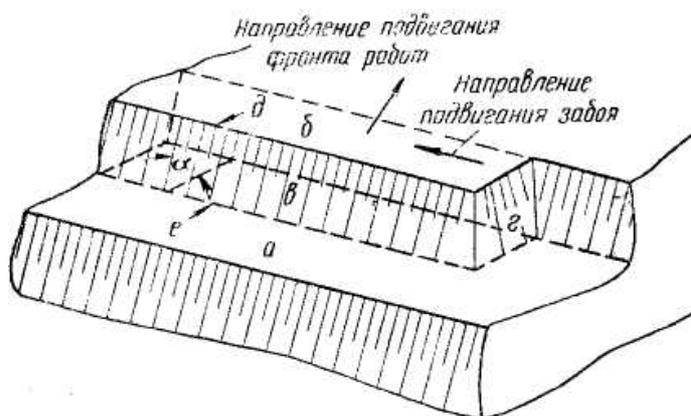


Рисунок 2. Элементы уступа.

Забой (Рис.2(г)) - рабочая зона в карьере или при устройстве земляного полотна в выемке, в которой размещается экскаватор, а также часть поверхности массива, с которой производится выемка грунта или полезного ископаемого, с площадками для установки транспортных средств или для выгрузки пустой породы.

Параллельные полосы, на которые делится уступ называются заходками.

Литература: [1] §1-2, §10; [2] §5.

## Тема 1.2 Подготовка месторождения к разработке

### Вопросы:

1. Подготовительные работы их цель и назначение.
2. Ограждение карьера от поверхностных вод и осушение карьера от грунтовых вод.
3. Вскрытие месторождения, способы вскрытия, способы проходки и проведения траншей.

### 1.Подготовительные работы, их цель и назначение

После выделения участка месторождения полезного ископаемого под разработку карьера приступают к выполнению определенного комплекса работ,

называемого подготовительным. Выбор места для организации карьера имеет большое значение. От этого зависят сумма капитальных вложений для освоения карьера, объем подготовительных работ и необходимые сроки ввода его в эксплуатацию, качество и стоимость продукции во время эксплуатации.

Подготовка поверхности заключается в удалении естественных и искусственных препятствий, затрудняющих или не допускающих ведение открытых работ на данном месторождении (леса, ручьи, реки, озера). Леса вырубают, выкорчевывают пни, русла рек и озер осушают путем спуска воды.

Искусственными препятствиями могут быть – здания и сооружения, шоссейные и железные дороги. В случае необходимости решается вопрос о их перенесении.

Подготовительные работы подразделяются на: горнокапитальные и эксплуатационные.

Горнокапитальные работы включают в себя:

1. Очистку полосы отвода от леса, пней, валунов.
2. Снятие растительного слоя и складирование его в отвал.
3. Ограждение карьера от поверхностных вод и осушение карьера.
4. Устройство подъездных путей и капитальных траншей.
5. Водоснабжение и электроснабжение.
6. Строительство зданий, сооружений, полигонов, мастерских,

административно-хозяйственных зданий, лаборатории.

Эксплуатационные работы проводятся по мере продвижения фронта работ и включают в себя:

1. Расчистку полосы отвода.
2. Снятие растительного слоя.
3. Водоотвод и осушение карьера.
4. Продолжение подъездных путей, капитальных траншей и линий энергоснабжения.

Цель всех этих работ подготовить условия для безопасной и бесперебойной работы машин и механизмов с максимальной производительностью. При устройстве капитальных траншей значительный объем работ выполняется в подготовительный период, при удалении вскрышного слоя и добычного слоя (которые учитываются при расчете транспортных средств и горного оборудования) в процессе эксплуатации карьера.

## **2. Ограждение карьера от поверхностных вод и осушение карьера от грунтовых вод**

Для производительной и безаварийной работы оборудования при вскрытии и разработке полезного ископаемого производят осушение месторождения.

Породы насыщенные водой, будучи обнажены, теряют устойчивость, что обычно является серьезным препятствием при открытой разработке.

Осушительные работы делятся на предварительные и эксплуатационные.

Предварительное осушение карьерного поля производится за 6-12 месяцев до начала строительства карьера и заключается в отводе поверхностных вод, понижении уровня грунтовых вод и осушении участка капитальной и разрезной траншей для обеспечения нормальных условий выемки полезного ископаемого.

Эксплуатационное - осушение производится систематически в процессе эксплуатации месторождения и предназначено для осушения очередных участков, подготовленных для выемки полезного ископаемого.

Защита карьеров от подземных вод – это система мероприятий по снижению притоков воды в карьеры при помощи дренажных и барражных завес с целью обеспечения устойчивости уступов и отвалов, нормальных условий ведения горных работ и качества полезного ископаемого.

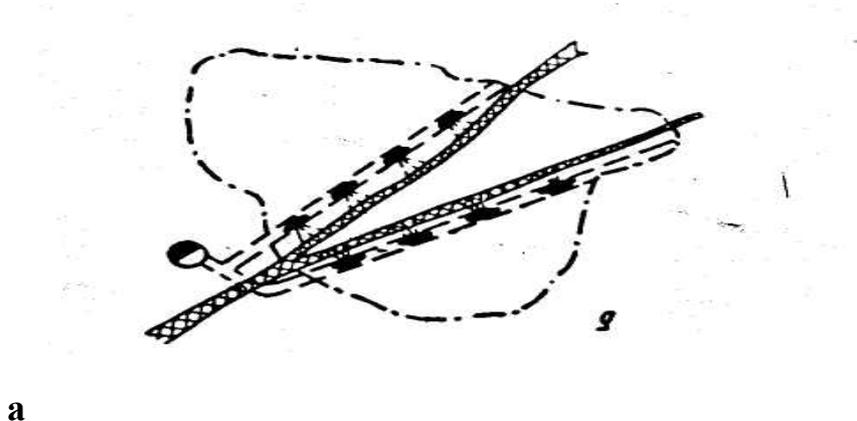
Поверхностные дренажные завесы сооружаются с дневной поверхности или с площадок уступов карьеров. Они включают вертикальные (водопонижающие и водопоглощающие) и горизонтальные скважины, иглофильтровые установки и передовые дренажные траншеи. По схеме расположения, сооружения по защите карьеров от поверхностных вод подразделяются на линейные, контурные (кольцевые) и сетчатые (рис.3), а по сроку службы – на постоянные, сооружаемые за границей карьера, и временные, возводимые по мере продвижения фронта горных работ.

Первоначальное водопонижение (при проходке траншей) обычно проводится с применением схем линейного расположения водопонижающих скважин, оборудованных глубинными насосами.

При сооружении котлованов используется кольцевая схема. По данной схеме иглофильтры располагаются по контуру котлована. Иглофильтры устанавливаются на расстоянии 0,7-2 м друг от друга.

Ограждение карьера от затопления поверхностными водами производится с помощью водоотводных траншей (нагорных канав), размеры которых зависят от водопритоков поверхностных вод.

Траншеям придается уклон не менее 5%, при больших уклонах дно или русло укрепляется щебневанием, бетонированием. В осенний и весенний периоды траншеи очищаются от растительности и заиливания, вода отводится в пониженные места, откуда с помощью насосных станций отводится за пределы поля.



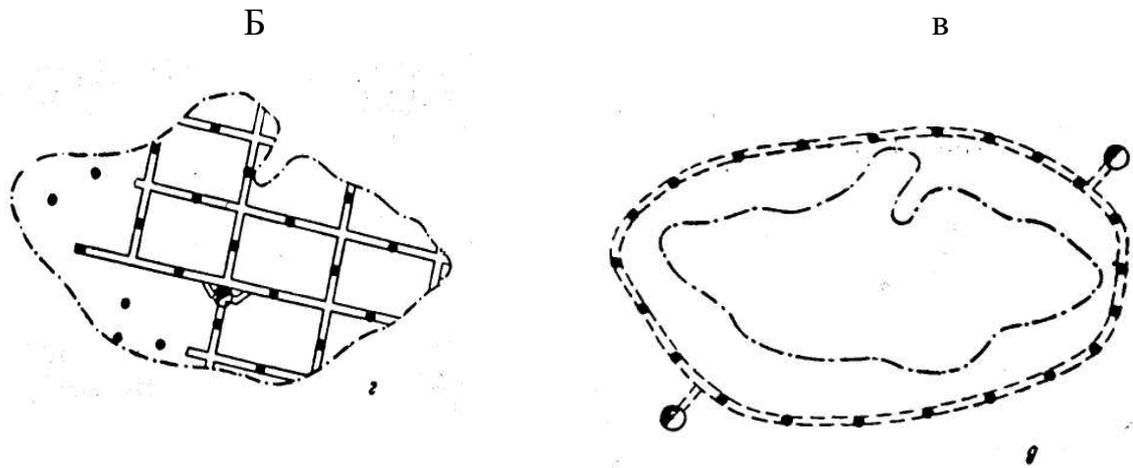


Рисунок 3.Схемы расположения дренажных выработок.  
(а - линейная; б - сетчатая; в - контурная)

### 3.Вскрытие месторождения, способы вскрытия, способы проходки и проведения траншей

Вскрытие месторождения заключается в проходке вскрывающих выработок, открывающих доступ к месторождению или его части.

На выбор способа вскрытия существенно влияют следующие факторы: рельеф местности, место расположения приемных пунктов полезного ископаемого на поверхности, место расположения внешних отвалов, горнотехнические условия залегания месторождения, физико-механические свойства пород, система разработки, применяемое выемочно-погрузочное оборудование для эксплуатации карьера, вид транспорта, глубина карьера, производственная мощность предприятия. Вскрытие месторождения открытым способом может осуществляться как с применением траншей, так и без проведения капитальных траншей.

Существует три способа проведения траншей:

- 1.Бестранспортный.
- 2.Транспортный.
- 3.Комбинированный.

Бестранспортный способ проходки траншей применяют в случаях, когда один или оба борта траншеи в дальнейшем не будут разрабатываться и могут быть заняты отвалами породы, извлеченной при проходке, применяют в мягких, сыпучих породах с разработкой драглайном в отвал на бортах траншей.

К преимуществу способа относятся: простота организации проходческих работ; наилучшее использование проходческого оборудования; низкая стоимость работ; возможность проведения траншей в обводненных породах; возможность одновременной работы несколькими забоями, что позволяет форсировать в случае надобности проведение траншей.

Транспортный способ разработки траншей производится в плотных грунтах. При этом применяют механические лопаты, драглайны, многоковшовые цепные и роторные экскаваторы. Наибольшее применение получили экскаваторы механическая лопата.

Ширина траншеи зависит от выбранной схемы подачи транспортных средств.

Комбинированный способ применяется при разработке траншей частично драглайном (верхний слой) и экскаватором (нижние слои). Этот способ применяется при экономии транспортных средств и рабочего времени.

Способы проходки траншей:

Сплошным забоем – траншеи разрабатываются сразу на все поперечное сечение в мягких, сыпучих породах при небольших объемах работ.

Послойная проходка траншей- применяется при больших объемах работ с послойной разработкой в несколько горизонтов или уровней.

**Литература:** [1] §1-4, §7-8; [2] §2,5; [6] стр.55-57.

### **Тема 1.3 Вскрышные работы на карьерах**

#### **Вопросы:**

1. Назначение вскрышных работ и требования к ним.
2. Технология вскрышных работ экскаватором, скрепером, бульдозером.
3. Назначение отвалов.

#### **1. Назначение вскрышных работ и требования к ним**

Для обеспечения нормальной работы карьера в подготовительный период и в процессе эксплуатации месторождения необходимо вскрышные породы убрать до начала добычи полезного ископаемого.

Работы, связанные с разработкой, транспортировкой и разгрузкой вскрышных пород в отвал называются вскрышными.

Они могут быть сезонными и круглогодичными.

К вскрышным работам предъявляют следующие требования:

1. в условиях сезонной работы за сезон работы необходимо снять такой объем вскрышных пород, который обеспечил бы нормальную работу месторождения в течение года;
2. Продвижение вскрышного уступа должно быть увязано с продвижением уступа полезного ископаемого;
3. вскрышу следует убирать тщательно, чтобы исключить попадание ее в полезное ископаемое;
4. при разработке больших карьеров отвалы вскрыши следует размещать в выработанное пространство с последующей рекультивацией.

Важнейшим экономическим показателем открытых горных работ является коэффициент вскрыши, так от него зависят общий объем извлекаемой горной породы, а также общие затраты и полная себестоимость полезного ископаемого.

Коэффициент вскрыши - это количество пород вскрыши, приходящихся на единицу массы или объема полезного ископаемого.

Расчет опережения вскрышного уступа.

Вскрышной уступ следует планировать, чтобы обеспечить безопасное перемещение горного оборудования.

Вскрышные работы в карьерах обычно проводятся в период апрель-октябрь.

Для правильной организации добычных работ в карьере необходимо обязательное опережение вскрышного уступа над добычным.

Опережение вскрышного уступа в стационарном карьере:

$$V_{в} = (n+n') b + B, \quad (м); \quad (3)$$

где:  $n$  – количество месяцев работы добычного уступа в текущем году с момента прекращения вскрышных работ;

$n'$  - то же, в последующем году до начала вскрышных работ;

$b$  - -среднемесячное продвижение добычного уступа, м;

$B$  - ширина рабочей площадки на вскрышном уступе, м.

## **2. Технология вскрышных работ экскаватором, бульдозером, скрепером**

При разработке мягких, полускальных и скальных вскрышных пород чаще всего применяют экскаватор, и только в мягких породах экскаватор драглайн с погрузкой вскрышных пород в транспортное средство.

### **А) Работа экскаватора**

Экскаватор применяется при мощности вскрышного слоя более 3 м, в крепких и средних породах с разгрузкой в транспортное средство или в отвал.

Особое значение для повышения производительности экскаватора имеет увеличение количества рабочих циклов в минуту.

Рабочий цикл экскавации состоит из операций:

- набор породы в ковш во время движения экскаватора по забою;
- вывод ковша из забоя и подъем рукояти экскаватора вверх на высоту достаточную для погрузки в транспортное средство или отвал;
- поворот стрелы к месту разгрузки ковша;
- установка ковша в положение разгрузки;
- разгрузка ковша;
- установка ковша после разгрузки в положение разворота его к забою;
- поворот стрелы экскаватора на подошву забоя.

На производительность экскаватора влияют и коэффициент наполнения ковша, который зависит от характера породы, ее вязкости, кусковатости, от высоты уступа и техники черпания, а также от квалификации машиниста экскаватора.

### **Б) Работа скрепера**

Скрепер используется для производства вскрышных и добычных работ; проходки траншей, нарезки уступов, при производстве работ по рекультивации, при планировке трассы дороги.

Самоходные скреперы обладают хорошей проходимостью, легко преодолевают подъемы в 80-150‰ имеют гибкую систему управления и благодаря принудительной разгрузке могут использоваться при разработке даже липких и влажных пород.

Применяются при мощности вскрышного слоя менее 3 м, в породах средней крепости и с транспортированием в отвал до 3 км.

Производительность скрепера снижается с увеличением расстояния транспортирования и увеличивается с увеличением объема ковша.

Ориентировочное расстояние перемещения пород: для прицепных скреперов: 2,25м<sup>3</sup>-250м; 6-6,5м<sup>3</sup>-350 м; 15 м<sup>3</sup> –1 км, для самоходных скреперов с объемом ковша 15-40м<sup>3</sup> –2,5 км.

При работе скрепера зарезание породы происходит по следующим схемам:

- эллиптическая
- челночная
- зигзагами
- восьмеркой [1]стр. 29 рис.13

### В) Работа бульдозера

Применяется при мощности вскрышного слоя до 1,5 м, в мягких, сыпучих породах с транспортированием в отвал до 100 м. Бульдозер применяется чаще как вспомогательное средство для зачистки уступов, после скрепера и экскаватора. Использование бульдозера при производстве вскрышных работ особенно распространено на временных притрассовых карьерах. Это объясняется небольшой производительностью карьера, малым по протяжению фронтом работ и возможностью расположения отвалов по обе стороны карьера.

## 3. Назначение отвалов, их расчет и выбор месторасположения

Искусственная насыпь, образующаяся в результате складирования вскрышных пород, называется отвалом, а совокупность производственных операций по приему и размещению вскрышных пород на отвале – отвальными работами. Технология, механизация и организация отвалных работ составляют сущность и содержание процесса отвалообразования.

Отвал вскрышных пород представляет собой геометрическое тело в виде неправильной усеченной пирамиды, он характеризуется следующими параметрами: высотой и числом ярусов (уступов), углом откоса уступов, приемной способностью, длиной и способом перемещения отвального фронта работ.

Возможная высота отвального уступа зависит в основном от физико-механических свойств складированных пород и пород, лежащих в основании отвала, а также от средств механизации отвалных работ.

Угол откоса отвалных уступов обычно равен углу естественного откоса пород, размещаемых в отвале. Он зависит от физико-механических свойств пород, их степени разрыхления и влажности.

В зависимости от места расположения отвала по отношению к конечному контуру карьера различают внутренние отвалы, располагаемые в выработанном пространстве, и внешние отвалы, располагаемые за конечным контуром карьера. Использование внутренних отвалов позволяет сократить расстояние перемещения вскрыши и не отчуждать дополнительные площади под отвалы, сокращая тем самым объемы рекультивации земель. Однако создание внутренних отвалов возможно, когда разрабатываемое месторождение представлено горизонтальной

или пологой залежью, вынимаемой на всю мощность.

Внешние отвалы создаются, как правило, при разработке наклонных и крутых месторождений, когда конечное положение подошвы карьера формируется только в конце его отработки. В начальный период разработки горизонтальной или пологой залежи, когда создается выработанное пространство карьера, вскрышные породы также вывозят на внешние отвалы.

В случае разработки горизонтальных или пологих месторождений, имеющих значительную мощность (40-50 и более м), одновременно создаются как внутренние, так и внешние отвалы. Вскрышу нижних уступов складировать на внутренних отвалах, а вскрышу верхних – на внешних.

Выбор механизации отвальных работ в наибольшей степени зависит от: вида используемого карьерного транспорта, крепости пород, условий залегания полезного ископаемого, мощности вскрыши и полезного ископаемого.

По способу механизации отвальных работ различают: бульдозерные отвалы, плужные, гидромеханизированные (перемещение и укладка пород производится водой), экскаваторные, скреперные, абзетцерные отвалы (производится многочерпаковыми экскаваторами специальных конструкций – абзетцерами) и комбинированные отвалы.

Для снижения расходов на транспортирование вскрышных пород из карьера на отвалы, последние располагают либо в выработанном пространстве карьера (внутренние), либо как можно ближе к контуру карьерного поля (внешние).

Расстояние транспортирования пустых пород до внешних отвалов достигает 7-12 км и более.

При выборе места для отвала следует учитывать:

1. наименьшее расстояние транспортирования;
2. наименьшее использование полезных угодий (заболоченные места, овраги);
3. размещение отвалов должно быть безопасным для вниз лежащих дорог (ступени с обратным уклоном, поперечное пропахивание.)

От качества ведения отвальных работ в значительной степени зависят добычные, поэтому отвальные работы должны быть как можно дешевле и безопасней.

Расчет площади отвалов для размещения вскрышных пород.

$$S = \frac{Q \cdot K_n \cdot K_p \cdot n}{h_0 \cdot K_n'}; \quad (4)$$

где: Q- годовая производительность карьера, м;

n- число лет работы карьера;

$K_n$ - коэффициент пустых пород;

$K_p$  – коэффициент рыхления пород;

$K_n'$ -коэффициент использования площади отвала;

$h_0$ – высота отвала, м.

**Литература: [1] §11-15; [2] §1 стр.128.**

## Тема 1.4 Добычные работы

### Вопросы:

1. Назначение добычных работ и требования к ним.
2. Условия применения экскаваторов для добычных работ.
3. Разработка песчано-гравийных месторождений и применение гидромеханизации на карьерах.

### 1. Назначение добычных работ и требования к ним

Для ведения добычных работ необходимо выбрать систему расположения добычных уступов, капитальных траншей и направление фронта работ (Н.Ф.Р.). При выборе систем разработки следует учитывать глубину и форму залегания полезного ископаемого, рельеф местности, наличие транспортных средств и оборудования, физико-механические свойства породы.

От правильного ведения добычных работ зависит себестоимость продукции, расчет размеров элементов уступа и экономические показатели.

Схемы перемещения фронта работ в плане.

**(а) Всеобразная-**  
применяется в случае отработки уступов заходками переменной ширины на карьерах, разрабатываемых многоковшовыми экскаватором.

**(б) Параллельная система**  
разработки применяется в равнинной слабохолмистой местности с пластообразным залеганием пород.

**(в) Смешанная** – в сложных рельефных условиях с различным залеганием грунтов.

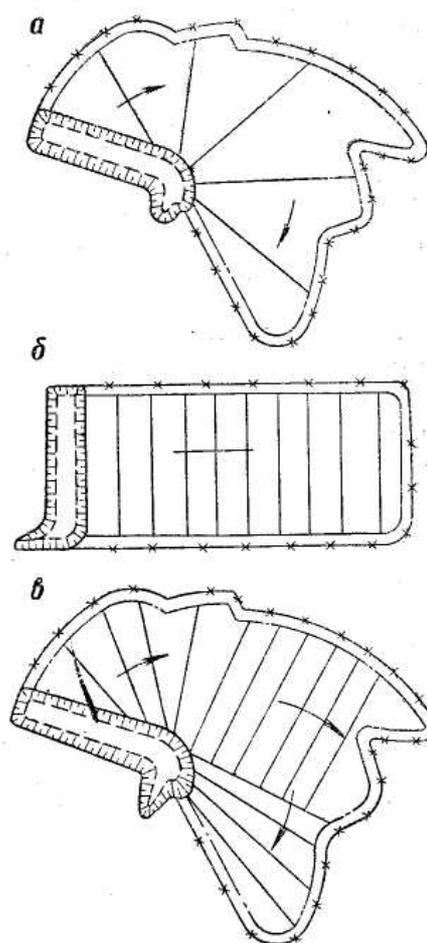


рисунок 4

## 2. Условия применения экскаваторов для добычных работ

На работу экскаватора влияют: предварительное рыхление пород взрывом, значительные ударные нагрузки на рабочие органы экскаватора, высота развала взорванной горной массы и ряд других факторов.

Под схемой работы экскаватора понимают определенную последовательность выемочно-погрузочных работ в забое, конструктивные элементы которого определяются в зависимости от рабочего оборудования экскаватора.

$R_{ч.у.}$  - радиус черпания на горизонте установки экскаватора

$R_{ч.маx}$  - наибольший радиус черпания.

$R_{р.маx}$  - наибольший радиус разгрузки.

$H_{р.маx}$  - наибольшая высота разгрузки.

$H_{ч.маx}$  - наибольшая высота черпания

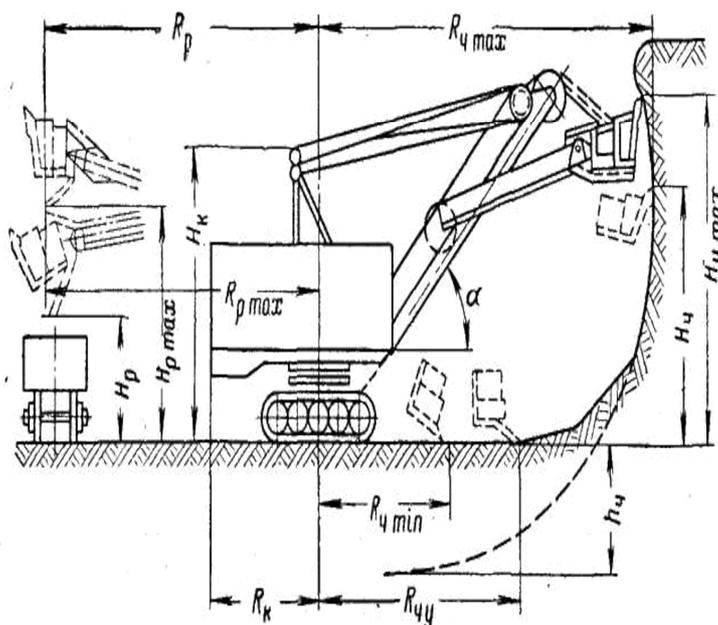


Рис. □ Рабочие параметры механической лопаты.

### 3. Разработка песчано-гравийных месторождений и применение гидромеханизации в карьерах

Существует два способа разработки песчано-гравийных месторождений: сухой и гидромеханизация.

1. Сухой способ заключается в разработке месторождения драглайном на верхней площадке уступа имеющего обрушающую плиту, которая разрушает массив и осыпает его на нижнюю площадку уступа. Экскаватор находящийся на нижней площадке уступа, разрабатывает и перемещает породу в бункер-питатель (рис.6) из которого по ленточному транспортеру порода поступает в разделительный лоток и под действием сильной струи воздуха из вентилятора, разделяется на фракции гравия и песчаные частицы. По ленточным транспортерам и подается на склад, где производится обогащение материала.(рис. 7)

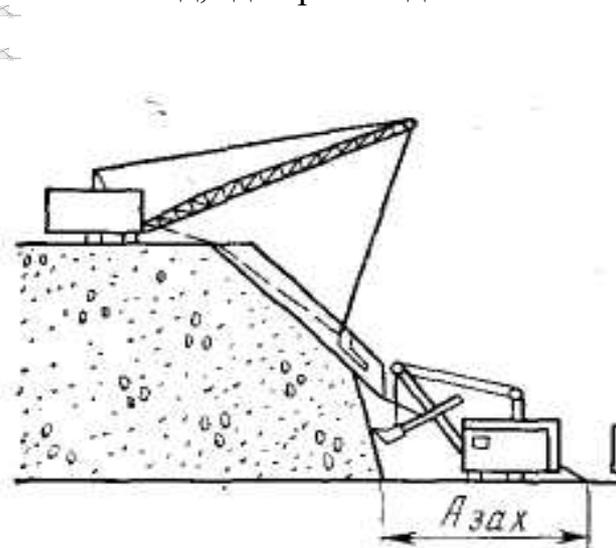


Рисунок 6 Схема разработки уступа с обрушением его верхней части

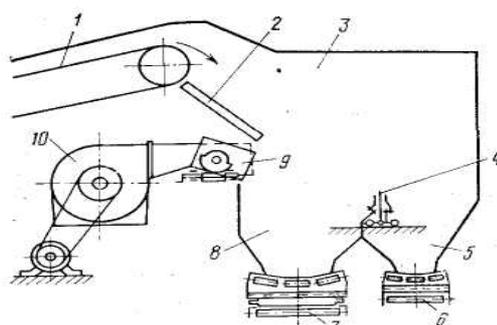


Рисунок 7 Схема камеры разделения песчано-гравийной массы на фракции в воздушном потоке.

1- конвейер –питатель; 2- распределительный лоток; 3 – камера разделения; 4- подвижной порог разделения; 5 и 8, 6 и 7- разгрузочные конвейеры для песка и гравия; 9- направляющий поворотный патрубок; 10 вентилятор

#### Гидромеханизованная разработка пород

Энергия водяного потока позволяет разрушать мягкие породы, транспортировать и откладывать их на значительном расстоянии от места размыва. Эти свойства водного потока и являются основой одного из способов комплексной механизации горных работ – гидромеханизации.

Технологический процесс гидроразработки вскрышных и добычных пород в карьере складывается из трех основных операций:

- размыв пород и образование пульпы (смеси воды с частицами разработанной породы);
- обогащение (если разрабатывается полезное ископаемое);
- укладка пульпы в отвал.

Разработка пород и образование пульпы могут производиться: потоком безнапорной воды, движущейся по поверхности разрабатываемых пород; потоком воды, засасываемой землесосами из приямка или со дна водоема; напорной водяной струей, размывающей породу. Разработка пород гидромонитором может производиться способами попутного и встречного забоев (рис.8).

Пульпа, образуемая при размыве пород, представляет собой механическую смесь жидкой и твердой фаз и может существовать только в движении. Гидротранспорт пород бывает безнапорным и напорным.

Являясь одним из эффективных способов разработки пород, гидромеханизация требует определенных условий, отсутствие которых делает ее применение затруднительным или даже невозможным. Для применения гидромеханизации необходимо иметь: породы, пригодные для разработки этим способом; воду в достаточном количестве (на 1 м<sup>3</sup> мягких пород расходуется 3,5÷22 м<sup>3</sup> воды); подходящие климатические условия; электроэнергию в достаточном количестве

Основными достоинствами гидромеханизации являются: поточность технологического процесса; возможность попутного обогащения полезного ископаемого при размыве, транспортировании и укладке горной массы; снижение себестоимости вскрышных работ по сравнению с экскаваторной разработкой

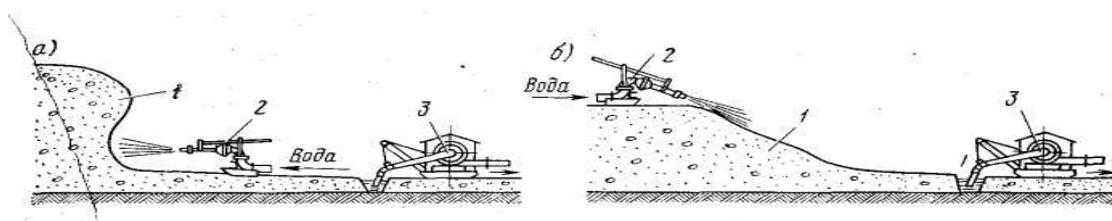


Рисунок 8

Схемы размыва уступов при гидромониторной разработке: а- встречным забоем; б- попутным забоем; 1-забой; 2- гидромонитор; 3- грунтовый насос.

пород; меньшие расходы на гидротранспорт по трубам и лоткам, чем при автомобильном и ж/д транспорте; низкая металлоемкость оборудования, простота его изготовления; небольшая трудоемкость, в результате чего достигается относительно высокая выработка на одного рабочего.

Недостатками гидромеханизации являются: значительный расход электроэнергии (при искусственном напоре); возможность применения только в мягких породах, поддающихся разрушению размывом; снижение производительности при работе в зимних условиях, потребность в сравнительно высоких объемах воды и площадей для ее водосбора.

**Литература:** [1] §20-22, §24,25; [2]стр.72-73.

## **Вопросы:**

1. Исходные данные для проектирования карьера.
2. Состав проекта и оформление документации на разработку карьера.

### **1. Исходные данные для проектирования карьера**

**Проектирование карьера** – это первоначальный этап открытой разработки месторождения. Сложностью разработки любого месторождения является различие условий, в которых это месторождение будет разрабатываться и в дальнейшем эксплуатироваться. Некоторые карьеры приходится разрабатывать в условиях вечной мерзлоты, некоторые при высокой обводненности, в стесненных условиях. Также необходимо при проектировании учитывать и такие параметры как форма залегания и мощность полезных ископаемых, их физико-механические свойства, наличие удобных транспортных путей. Исходными данными для составления проекта горных разработок карьеров, являются материалы, полученные на основе инженерно- изыскательских и поисково-разведочных работ. Проектные и изыскательские работы для промышленного строительства выполняются проектными и изыскательскими организациями на основании договора с организацией – заказчиком.

Для устройства карьеров следует выбирать участки, непригодные для сельскохозяйственного использования, либо сельскохозяйственные угодья низкого качества, а из лесного фонда - участки с малоценными насаждениями.

Поисковые работы следует вести, как правило, в полосе проложения трассы автомобильной дороги шириной 10 км. При необходимости ширина этой полосы может быть значительно увеличена в зависимости от потребности в материалах и условий их доставки. В процессе поисков устанавливают землепользователей, качество перспективных площадей с точки зрения их использования в народном хозяйстве и производят предварительное согласование вопроса об отводе земель. Кроме того, выявляют действующие карьеры строительных материалов, выясняют их принадлежность, годовую производительную мощность и возможность применения материалов для строительства дороги; одновременно выявляют разведанные месторождения дорожно-строительных материалов и их запасы.

По результатам проведенных работ составляют отчет, в котором кратко характеризуют геологическое строение района изысканий, указывают зоны перспективных с точки зрения наличия дорожно-строительных материалов, приводят сведения о качестве последних, дают общую оценку обеспеченности района изысканий дорожно-строительными материалами.

В последнее время все большее значение приобретают требования сокращения сроков и трудоемкости проектных работ. Удовлетворить этим требованиям, сохранив или повысив надежность проектных решений, возможно лишь при автоматизации проектных работ (широком применении ЭВМ).

Для решения задач проектирования в горнорудной промышленности за рубежом и в нашей стране давно и успешно используется большое количество программ. Их описание без труда можно найти на просторах интернета.

Эти программы позволяют обрабатывать данные геологических изысканий, строить геологическую модель месторождения и на ее основе подсчитывать запасы, проектировать шахты и карьеры.

**Проектирование карьера.** Исходными данными для проектирования являются модель рельефа, отметки высоты (или глубины) уступов и полилиния границы карьера. В программе модель поверхности хранится в виде сетки. Результат проектирования – подсчитанные объемы земляных работ и построенная сетка поверхности карьера.

Следующий этап – **разбивка всего карьера на участки** разработки. Для этого задается одно направление для всех участков: слева направо, в результате каждый участок имеет имя и направление.

**Расчеты.** Здесь производится оценка запасов, расчет объемов добываемой руды и определения коэффициента вскрыши.

**Определение оборудования.** Информация об оборудовании, которое будет использоваться для разработки карьера, вводится в систему.

**Календарные графики добычи и использования оборудования.** Отображается на экране в виде заштрихованных областей. Цвет штриховки соответствует диапазону объемов добычи или интервалам времени. Чтобы увидеть процесс разработки карьера, можно задать автоматический режим просмотра.

## **2. Состав проекта и оформление документации на разработку карьера**

Согласно «Единым правилам безопасности при разработке месторождений открытым способом» каждый карьер должен иметь утвержденный проект. Проект является официальным документом, который разрабатывается в соответствии с определенными нормами и правилами.

При составлении проекта решаются следующие задачи:

- выявляется экономическая целесообразность строительства;
- устанавливаются наилучшие организационно-технические решения по организации и ведению строительства карьера с заданной производительностью в кратчайший срок при минимальных затратах;
- устанавливаются наилучшие технические решения по безопасной разработке месторождения с максимальным экономическим эффектом.

Пояснительная записка проекта состоит из следующих пунктов:

1. Основные положения и технические показатели (привязка карьера к трассе, краткая характеристика п.и., геологические условия, организация отвалов, отвод грунтовых вод, расположение подъездных путей, рекультивация земель)

2. Горно-капитальные, подготовительные работы.

3. Вскрытие месторождения (расположение капитальных траншей).

4. Добычные работы.

5. Транспортирование породы и готовой продукции.

6. Дробильно-сортировочные и обогатительные работы.

7. Энергоснабжение и освещение.

8. Рекультивация земель.

9. Техника безопасности при производстве работ на карьерах.

В соответствии с Основными законодательствами о недрах, для разработки притрассовых карьеров должны быть получены горный и земельный отводы. При этом оформляется горноотводной акт, который является единственным документом, дающим право на пользование недрами. Местоположение и площадь земельного отвода устанавливаются в соответствии с контуром и площадью горного отвода. В зависимости от ценности земель и срока службы карьера земельный отвод обычно предоставляется частями на очередной или ближайшие годы.

Документы согласований утверждаются областным (краевым), районным исполкомом Совета народных депутатов, куда представляется схема размещения всех месторождений на участке проложения трассы автомобильной дороги по территории данной области (края).

Для окончательного согласования отвода земель под карьеры представляют копии схем расположения или планов месторождений, входящих в состав их паспортов. По требованию согласовывающих организаций может быть представлен проект горных разработок или технико-экономическое обоснование принятых проектных решений. Отвод земель в натуре для организации карьерного хозяйства оформляет заказчик в установленном порядке.

А) Разрешительная документация:

1. Горный отвод - это акт дающий право на пользование недрами, выдается госгортехнадзором. Для пользования землями необходимо получить разрешение на земельный отвод.

2. Земельный отвод – это письменное соглашение с землепользователем на разработку месторождения, с указанием площади и способами возврата земель.

На основе земельного отвода и горного отвода приступают к проектированию карьера.

Б) Проект является исполнительной документацией на разработку горной породы.

**Литература: [6]стр-2-5,22-25.**

## **Тема 1.6 Охрана окружающей среды и техника безопасности при разработке карьера**

### **Вопросы:**

- 1 Общие требования по охране окружающей среды, технике безопасности при работе на различных механизмах.
2. Охрана труда при разработке карьера.

### **1. Общие сведения по охране среды, технике безопасности при работе на различных механизмах**

Мероприятия по охране окружающей среды и рекультивации нарушенных земель являются составной частью проекта горных работ на притрассовых карьерах и должны обладать приоритетом при принятии хозяйственных решений.

Вода, удаляемая из карьера, должна сбрасываться в ближайший водопоток или в место, исключающее возможность ее обратного проникновения в выработки и заболачивания прилегающих территорий. Сброс вод следует

производить после их осветления, а в необходимых случаях - после очистки от вредных примесей. Места сброса необходимо согласовывать с местными органами санитарного надзора.

Все места на притрассовых карьерах должны быть освещены в соответствии с нормами, приведенными в "Единых правилах безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом".

**Рекультивация земель** – комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности нарушенных земель.

Земли, нарушенные при разработке притрассовых карьеров, после завершения работ в течение года (не позднее) должны быть приведены в состояние, пригодное для их использования в народном хозяйстве.

Комплекс работ по рекультивации земель, нарушаемых во время строительства, должен состоять из двух этапов:

**первый** - техническая (горнотехническая) рекультивация, включающая мероприятия по снятию и хранению плодородного слоя, вертикальной планировке земель, их осушению, строительству необходимых транспортных коммуникаций, предотвращению водной и ветровой эрозии, агрохимической мелиорации почвенного слоя, нанесению плодородного слоя и т.п. Эти мероприятия выполняются строительной организацией по окончании использования временно занимаемых земель;

**второй** - биологическая рекультивация, включающая все агрохимические мероприятия по восстановлению плодородия нарушенных земель после окончания первого этапа рекультивации, их озеленение, возвращение в сельскохозяйственное и лесное использование, освоение водоемов. Эти мероприятия выполняются организациями, в чье ведение передаются рекультивируемые территории.

Отвалы, в которых растительный слой хранится более двух лет, должны засеиваться травой для предотвращения потерь грунта и ухудшения его качества от водной и ветровой эрозии.

При нанесении растительного слоя на рекультивируемые площади предварительно в почву должны быть внесены органические и минеральные удобрения, а при необходимости и известь.

В последнюю очередь следует производить вспашку, боронование почвы и посев трав или посадку саженцев.

Поверхность, создаваемая в процессе рекультивации выработанного пространства карьеров, используемая в дальнейшем в сельскохозяйственном направлении, должна быть на 0,7 - 1,0 м выше уровня грунтовых вод. Откосы бортов карьеров уполаживаются в зависимости от грунта от 10 до 18°.

Земельные участки, подготовляемые для сельскохозяйственного использования, должны быть спланированы, иметь продольный уклон не более 10° и поперечный - не более 4°. При планировке отвалов вскрышных пород под лесопосадки земельная полоса должна иметь ширину не менее 4 м.

Для создания в выработанных карьерах водоемов необходимо предусматривать крутизну откосов (берегов) не более 18° (1:3), а также защиту дна и берегов во избежание их сползания. При необходимости может быть запроектировано строительство гидротехнических сооружений.

При проектировании водоемов необходимо учитывать возможность их заполнения и подпитки водой и условия впитывания воды в грунт, определяющие возможность создания водоемов. Проектирование водоемов должно осуществляться специализированными проектными организациями.

## **2. Охрана труда и техника безопасности при разработке карьера**

Каждый руководитель карьера обязан обеспечивать безусловное выполнение всех требований «Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом», «Единых правил безопасности при взрывных работах» и «Правил технической эксплуатации для предприятий, разрабатывающих месторождения полезных ископаемых открытым способом». Для квалифицированного выполнения этих требований техническое руководство горными работами на открытых разработках должны осуществлять только лица с законченным высшим или средним горнотехническим образованием либо имеющие право ответственного ведения горных работ (после окончания специальных курсов).

На каждом карьере не реже 1 раза в три года создаются специальные комиссии с участием Госгортехнадзора, которые проверяют знание правил безопасности и правил технической эксплуатации у всего инженерно-технического персонала.

Рабочие, поступающие на предприятие, в обязательном порядке проходят медицинский осмотр, а также предварительное обучение и инструктаж по технике безопасности в течение трех дней с отрывом от производства. После этого рабочие сдают экзамены по утвержденной программе комиссии под председательством главного инженера предприятия или его заместителя.

Повторный инструктаж всех рабочих производится ежегодно без отрыва от производства.

Каждое горнодобывающее предприятие должно осуществлять разработку месторождения в соответствии с утвержденным проектом разработки и установленной маркшейдерской и геологической документацией.

На каждом предприятии необходимо вести учет производственного травматизма. Основными документами для этого являются: «Книга регистрации несчастных случаев» и «Акт о несчастном случае, связанном с производством». Учету подлежат случаи производственного травматизма, которые вызывают потерю трудоспособности более трех дней. Все случаи производственного травматизма тщательно анализируются для разработки и осуществления действенных мероприятий по их предупреждению в будущем.

Основными причинами травматизма на горных предприятиях являются: обвалы, обрушения, падение кусков руды и породы; падение людей в выработки; прорыв воды; удушье или отравление газами; действие ВВ при взрывных работах; действие электричества, механизмов; действие грузов при транспортировании; неправильное обращение с ручным инструментом; повреждение при спуске-подъеме людей и грузов и др.

Кроме того, могут быть причины организационно-технического характера: отсутствие ограждения для перекрытия выработок; отсутствие инструктажа по технике безопасности; отсутствие проходов и путей сообщения между уступами;

отсутствие технического надзора за работами; неудовлетворительное состояние производственной дисциплины и др.

Правилами безопасности и технической эксплуатации предусматриваются требования по охране труда и промышленной санитарии. Основные из них следующие:

Требования к обеспечению рабочих мест свежим воздухом. На рабочих местах воздух должен содержать по объему не менее 20% кислорода и не более 0,5% углекислого газа.

Выполнение указанных требований может быть осуществлено путем: применения средств пылеподавления, оборудования дизельных автосамосвалов нейтрализаторами выхлопных газов; искусственного проветривания отдельных участков карьера, где возникают застойные зоны; герметизации кабин горного и транспортного оборудования; установки в них кондиционеров и др.

Требования по борьбе с производственным шумом и вибрацией, оказывающими вредное воздействие на здоровье человека. Допустимым пределом громкости производственного шума считается 79 Дб (при частоте колебаний 1000 Гц).

Снижение громкости шумов до безвредной для здоровья человека величины достигается применением уравновешенных машин (например, электрических машин вместо перфораторов), глушителей, индивидуальных средств защиты (антифонов), а также осуществлением своевременной смазки и содержания в исправности механизмов.

Особенно опасно для здоровья человека систематическое воздействие на него вибрации — источника виброболезни, лечение которой возможно лишь на ранних стадиях заболевания. Борьба с вибрацией карьерного оборудования ведется как с помощью амортизаторов (пружин, деталей из пластмасс, противовибрационных рукавиц и обуви для бурильщиков и др.), что позволяет снизить уровень вибрации в 8—10 раз, так и посредством замены вибрирующего оборудования более уравновешенным.

Надежными профилактическими мерами ограждения здоровья человека от вредного воздействия вибрации, шумов и сотрясений является регулярный отдых работающих в карьере с перерывами в работе через каждый час на 10 мин, а также облучение ультрафиолетовыми лучами, употребление витаминов В и С.

Горные, транспортные и строительно-дорожные машины должны быть в исправном состоянии и снабжены действующими сигнальными устройствами, тормозами, ограждениями доступных движущихся частей (муфт, передач, шкивов и т.п.) и рабочих площадок, противопожарными средствами, иметь освещение, комплект исправного инструмента и необходимую контрольно-измерительную аппаратуру, а так же исправно действующую защиту от переподъема. Исправность машины должна проверяться ежесменно — машинистом, еженедельно — механиком участка и ежемесячно — главным механиком карьера (его заместителем) или другим назначенным лицом. Результаты проверки должны быть записаны в журнале. *Запрещается* работа на неисправных машинах и механизмах.

Транспортирование машин тракторами и бульдозерами разрешается только с применением жесткой сцепки и при осуществлении специально разработанных

мероприятий, обеспечивающих безопасность. Транспортирование особо тяжелых машин с применением других видов сцепки должно осуществляться по специально разработанному проекту, утвержденному главным инженером предприятия.

Запрещается:

- производить смазку машин и механизмов на ходу;
- использование открытого огня и паяльных ламп для разогревания масел и воды;

Горные работы должны вестись в соответствии с паспортами, утвержденными главным инженером предприятия. На горных машинах (экскаваторах, бульдозерах) должны находиться паспорта забоев, утвержденные главным инженером. В паспортах должны быть показаны допустимые размеры рабочих площадок, берм, углов откоса, высота уступа и расстояния до бровок уступа или отвала.

В случае внезапного прекращения подачи электроэнергии персонал, обслуживающий механизмы, обязан немедленно перевести пусковые устройства электродвигателей и рычаги управления в положение “стоп”. Запрещается присутствие посторонних лиц в кабине и на наружных площадках экскаватора при его работе.

Конструктивные элементы транспортно-отвальных мостов, отвалообразователей и экскаваторов, а также их трапы и площадки должны ежемесячно очищаться от горной массы и грязи

Смазочные и обтирочные материалы на горных и транспортных машинах должны храниться в закрытых металлических ящиках. Хранение на горных машинах и локомотивах бензина и других легковоспламеняющихся веществ не разрешается.

К управлению горными и транспортными машинами допускаются лица, прошедшие специальное обучение, сдавшие экзамены и получившие удостоверение на право управления соответствующей машиной.

Перед началом работы или движения машины, механизма машинист обязан убедиться в безопасности членов бригады и находящихся поблизости лиц. Перед пуском механизмов и началом движения машин, ж/д составов или автосамосвалов обязательна подача звуковых или световых сигналов, со значением которых инженерно-технические работники обязаны ознакомить всех работающих. При этом сигналы должны быть слышны (видны) всем работающим в районе действия машин, механизмов. Таблица сигналов вывешивается на работающем механизме или вблизи него. Каждый неправильно поданный или непонятный сигнал должен восприниматься как сигнал “стоп”.

Проезд через ж/д пути в карьере бульдозерам, автомашинам и другим колесным, гусеничным или шагающим машинам разрешается в установленных местах, специально оборудованных и обозначенных указателями. Переезд через ж/д пути, связанный с технологией ведения горных работ, допускается по утвержденному главным инженером предприятия регламенту с осуществлением необходимых мер безопасности, в установленных местах, специально оборудованных и обозначенных указателями. В нерабочее время горные, транспортные и дорожно-строительные машины должны быть отведены от забоя в безопасное место,

рабочий орган (ковш, лемех, отвал и др.) опущен на землю, кабина заперта и с питающего кабеля снято напряжение

Литература: [2]стр.23-24; [9] §12-15; [12] стр.297-299

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите достоинства и недостатки открытых горных разработок.
2. Что включают в себя подготовительные работы?
3. Как проводят осушение карьера от грунтовых и поверхностных вод?
4. Назовите оборудование, применяемое при погрузочных работах.
5. В каких условиях применяются одноковшовые погрузчики, колесные скреперы и бульдозеры?
6. Что вы знаете о правилах безопасности при ведении выемочно- погрузочных работ?
7. Достоинства и недостатки гидромеханизации.
8. Назовите документы необходимые для проектирования карьера.
9. Перечислите исходные данные для проектирования карьеров.
10. Назовите основные факторы, опасные для жизни человека при работе в карьере.

### **Вопросы**

#### **для подготовки к семестровой контрольной работе:**

1. Все понятия связанные с карьером, схема карьера.
2. Общие понятия о добыче каменных материалов открытым способом. Достоинства и недостатки открытых горных работ.
3. Что такое карьер? Классификация карьеров.
4. Ограждение карьера от затопления поверхностными водами
5. Осушение карьера от грунтовых вод.
6. Назначение вскрышных работ и требования к ним.
7. Машины, используемые в карьерах и условия их применения. Отвалы, их назначение и расчет отвалов.
8. Добычные работы и требования к ним. Указать системы разработки и условия их применения.
9. В чем заключается сухой способ разработки песчано-гравийных месторождений.
10. Гидромеханизация на карьере при разработке песчано- гравийных месторождений.
11. Исходные данные для проектирования карьера.
12. Мероприятия по охране окружающей среды и рекультивации в карьере.
13. Охрана труда при разработке карьера.

## Раздел II. Буровзрывные работы

### Тема 2.1 Технологические требования к буровзрывным работам.

#### Вопросы:

1. Состав буровзрывных работ.
2. Определения основных буровых выработок.
3. Перспективные направления в развитии буровзрывных работ.

#### 1. Состав буровзрывных работ

Подготовка массива крепких горных пород к выемочно-погрузочным работам заключается в его дроблении с помощью буровзрывных работ, от качества производства которых зависит эффективность всех последующих технологических процессов: выемочно- погрузочных, транспортных, отвальных, дробления на фабрике. При этом наиболее трудоемким и дорогостоящим является процесс бурения, т.е подготовка скальных пород к выемке и образование искусственных полостей (шпуров, скважин, камер) для размещения зарядов взрывчатых веществ. Эти полости создаются механическим термическим или комбинированным способами.

В последнее время в области буро-взрывных работ произошли коренные изменения. Эти изменения развивались в двух направлениях:

1. разработка новых, высокопроизводительных и совершенствование существующих буровых машин и механизмов;
2. исследование сложных вопросов теории взрыва и расчеты параметров новых методов управления взрывом.

На карьерах для бурения скважин вместо низкопроизводительных станков канатно-ударного бурения применяются станки с шарошечными долотами, погружными пневмоударниками, горелками ракетного типа, в результате производительность увеличилась в 2-5 раз.

К буровзрывным работам предъявляются следующие требования, обеспечивающие:

- необходимую по технологическим условиям степень и равномерность дробления горных пород;
- развал взорванной горной массы определенных размеров и формы;
- безопасную работу экскаваторов от обрушения взорванной горной массы;
- необходимый переходящий объем взорванной горной массы для непрерывной работы экскаватора;
- высокопроизводительную работу экскаваторов с заданной емкостью ковша;
- нормальную разработку подошвы уступа без оставления порогов, затрудняющих работу экскаватора;
- минимальный выход крупных кусков породы (негабарита) для высокопроизводительной работы экскаваторов, транспортных средств, грохотильных и дробильных установок;
- безопасность производства буровзрывных работ;

- минимальное количество взрывов с целью сокращения простоев горного и транспортного оборудования;
- высокую организацию и экономичность буровзрывных работ.

Буро-взрывные работы на карьерах состоят из следующих основных процессов:

1. Буровые работы - бурение скважин или шпуров;
2. Взрывные работы (первичные) – заряджение скважин или шпуров, их взрывание;
3. Вторичное дробление – взрывание крупных кусков горной массы (негабарита).
4. Проверка качества (основными показателями качества ведения б.в.р. является выход габарита, от которого зависит производительность добычного оборота, скорость разработки карьера, расчет энергоресурсов, потребность механизмов и транспорта, затраты на дробление негабарита, и в итоге на себестоимость продукции).

Негабаритом называют крупные куски горной массы, которые по условиям технологии открытых горных работ или перерабатывающих полезное ископаемое предприятий (заводов, фабрик) требуют дополнительного дробления.

### 1. Определения основных буровых выработок

Для размещения заряда взрывчатого вещества во взрываемой породе образуют специальные углубления, называемые взрывными выработками. Взрывные выработки цилиндрической формы  $d$  до 75 мм или длиной до 5 м называется шпурами, а выработки с большим  $d$  или длиной – скважинами (диаметр последних не превышает 250 мм).

Шпуры и скважины, в основании которых образовано уширение (котел), называются котловыми. Объем котлов колеблется в пределах от 0,5-2 дм<sup>3</sup>.

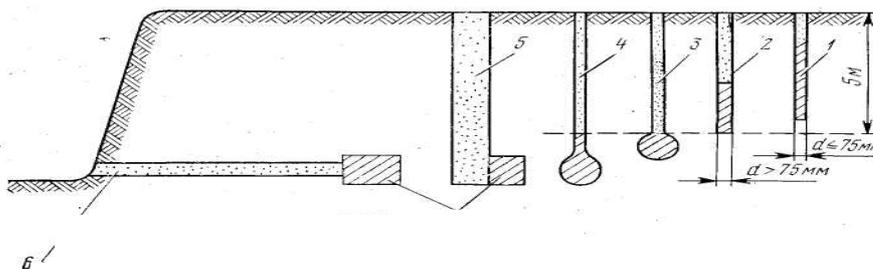


Рисунок 9

Взрывные выработки: 1- шпур; 2-скважина; 3,4-котловой шпур и скважина; 5-шурф; 6-штольня; 8- зарядные камеры

Для размещения в среде больших зарядов в.в. (от 1 до 100 т. и более) образуют зарядные камеры.- выработки больших размеров кубической, параллелепipedной, крестовой или другой формы. Для устройства зарядных камер необходимо предварительно пройти вспомогательные выработки, вертикальные шурфы или горизонтальные штольни и рассечки.

Шпуры и скважины образуют с применением бурения. Устройство зарядных камер (шурфов), штолен, рукавов требует нескольких видов операций. Совокупность их называют проходческими работами, или проходкой выработок.

**Литература:**[1] §39

## **Тема 2.2 Способы бурения взрывных выработок**

**Вопросы:**

- 1.Классификация способов бурения, и условия, влияющие на выбор способа бурения.
- 2.Бурение скважин, бурение шпуров.

### **1.Классификация способов бурения шпуров и скважин, и условия влияющие на выбор способа бурения**

Бурением называется процесс образования цилиндрических полостей (выработок) в горной породе, путем разрушения породы на мелкие частицы, начиная с поверхности, в пределах сечения шпура или скважины с последующем удалением продуктов разрушения (бурового шлама) из образуемого углубления.

Методы разрушения горных пород при бурении шпуров и скважин можно разделить на три группы: механические, термические и комбинированные (таблица 1).

При бурении шпуров и скважин в горных породах чаще всего используют механические методы разрушения, которые в зависимости от характера работы инструмента в забое и приложения силовых нагрузок используются в трех способах бурения: вращательном, ударно-вращательном и ударном.

При **вращательном бурении** применяют резцовые долота. Разрушение достигается путем сжатия породы в забое шпура или скважины лезвием инструмента (долота) или относительно небольшом давлении и срезании стружки или частиц породы окружным усилием вращающегося инструмента.

При **ударном бурении** инструмент, заточенный в виде клина, внедряется в породу под действием кратковременной ударной нагрузки Эта нагрузка необходима для того, чтобы инструмент находился в контакте с забоем скважины. Инструмент после удара отскакивает от забоя и поворачивается на некоторый угол для нанесения удара по новому месту на забое.

При **ударно- вращательном бурении** инструмент, имеющий форму клина, за счет энергии вращения производит очистку забоя от разрушенных, но не отделившихся от массива частей породы. Разрушение пород производится за счет энергии удара

С этой целью применяют коронки специальной формы, способные передавать ударные и срезающие нагрузки при большом давлении инструмента на забой.

При бурении вращательным способом по растворимым породам (солям или в условиях мерзлых грунтов, где промывка шпура (скважины) не может применяться, удаление породы производят витыми штангами, работающими по принципу шнека.

В зависимости от способа удаления из шпура (скважины) разрушенной породы различают бурение с продувкой, промывкой, пылеотсосом и бурение с применением витых штанг.

При бурении с продувкой буровая мелочь выносится из выработки сжатым воздухом или воздушно-водяной смесью. В первом случае обязательно применять пылеулавливающие средства. Наиболее эффективным способом удаления буровой мелочи, обеспечивающим необходимое пылеподавление, является промывка шпура (скважины) водой, подаваемой на забой через полые буровые штанги.

При бурении **термическими способами** (огневой, термо-механический, плазменный, электротермический) разрушение породы происходит в результате их нагрева или сочетания нагрева и механического воздействия.

Таблица 1. Классификация способов бурения.

Методы разрушения	Способы бурения	Буровое оборудование
Механические	Вращательный	Резцы Долота армированные твердым сплавом Шарошечные долота
	Ударный	Станки канатно-ударного бурения
Термические	Ударно-вращательный	Погружные пневмоударники
	Вращательно-ударный	Машины ударно-вращательного бурения
Комбинированные	Огневой	Станки огневого бурения
	Взрывной	-
	Гидравлический	-
	Плазменный	-
	Термоударный	Станки огневого бурения
	Термошарошечный электроударный	То же -

При термоструйном бурении порода в забое скважины разрушается от внутренних напряжений, возникающих вследствие значительной разницы в температурном расширении сильно нагреваемых частиц породы. Отделившиеся частицы удаляются из скважины газообразными продуктами сгорания рабочей смеси (жидкого топлива, сжатого воздуха или кислорода) и парами воды.

#### **Станки применяемые при бурении скважин, бурении шпуров**

С 1970 г. выпускаются станки следующих типов:

- шарошечные (СБШ, БАШ) – станки вращательного бурения шарошечными долотами с очисткой скважин воздухом);

- с долотами режущего (шнекового) типа (СБР- станки вращательного бурения резцовыми коронками с очисткой скважин воздухом);
- ударно-вращательные (СБУ- станки ударно-вращательного бурения погружными пневмоударниками с очисткой скважины воздухом);
- ударно- канатные (СБК – станки ударно-канатного бурения с очисткой скважины желонкой<sup>1</sup>);
- огневые (СБО - станки термического бурения реактивными горелками с очисткой скважины парогазом).

Свыше 70% всего объема бурения на открытых горных работах осуществляется станками с шарошечными долотами и продувкой скважин сжатым воздухом.

d- шарошечного бурения колеблется от 100 до 445 мм.

### Бурение скважин

Вращательное (шнековое) бурение скважин с использованием принципа резания имеет широкое распространение на карьерах в породах с коэффициентом крепости  $f= 2 \div 6$ . (По шкале М.М. Протодяконова) (уголь, гипс, слабые известняки и др.) Это объясняется тем, что при данном способе бурения создаются возможности бурить скважины с любым углом наклона с более, высокой производительностью, чем при других способах бурения.

При вращательном бурении скважин резец бурового инструмента скалывает и срезает породу, а образовавшиеся при этом продукты разрушения выдаются из скважины спиральным шнеком. Поэтому этот способ бурения называется еще шнековым.

Достоинства вращательного бурения скважин: высокая скорость бурения; не требуется промывка и продувка скважин небольшая масса и невысокая стоимость бурового оборудования и инструмента; низкая стоимость буровых работ.

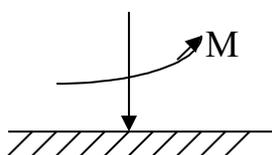
При вращательном бурении скважин буровой инструмент одновременно находится под действием двух сил: силы, действующей вдоль оси скважины, прижимающей и погружающей резец в породу забоя; силы, вращающей буровой инструмент и производящей разрушение и очистку забоя. При вращательном бурении в основном используется принцип резания породы острыми гранями резцов и перьев долот.

Высокая скорость бурения достигается вследствие эффективной очистки забоя от разрушенной породы с помощью шнека.

---

<sup>1</sup> Желонка- сосуд цилиндрической формы из листовой стали, применяемый для очистки скважин, буримых ударно-канатными станками, от бурового шлама.

Марка станка СБР-160/24 (станок буровой режущий)



где: 160-d скважины(мм)

24 –глубина скважины (м)

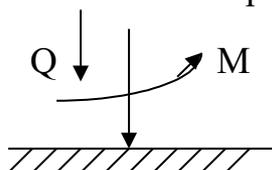
Станок смонтирован на гусеничном ходу, и имеет пульт управления и корпус, мачту на которой смонтирован электродвигатель с редуктором передающие вращательный момент на буровой став. Буровой став представляет соединение штанги и долота (коронки).

Станки шарошечного бурения широко применяются на карьерах. Принцип бурения состоит в том, что вращающиеся шарошечные долота перекатываются по забою и их зубки внедряются в породу и разрушают ее. Процесс внедрения зубков в породу происходит под действием большого осевого усилия, передаваемого на забой через буровой став. В дальнейшем, перекатываясь по забою, зубки скалывают породу, доразрушают и измельчают ее. Продукты разрушения с забоя скважины удаляются сжатым воздухом или водой, подаваемыми через буровой став.

Достоинства станков шарошечного бурения следующие: возможность бурить скважины в породах любой крепости и любых физико-механических свойств; высокая скорость и эффективность бурения; высокий уровень механизации всех процессов бурения и высокая культура производства.

Станки шарошечного бурения, как основной вид бурового оборудования, широко применяют на карьерах горнодобывающей промышленности и имеют перспективу дальнейшего развития

Марка станка СБШ-250/32 (станок буровой шарошечный)



где: 250-d скважины(мм)

32—глубина скважины (м)

Станки шарошечного бурения состоят из следующих основных узлов: ходового механизма, мачты для размещения бурового става, механизма подъема и опускания мачты, механизма подачи бурового става на забой, вращения бурового става, подъема бурового става, его разборки, наращивания и установки в рабочее положение, устройства для очистки забоя скважины, пылеулавливания, гидравлической системы, системы питания.

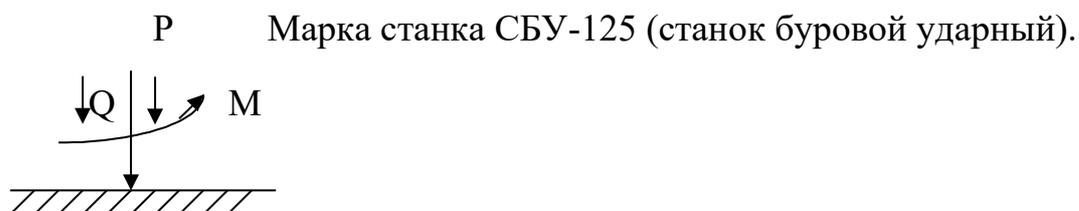
По внутренней полости трубы подается воздушно-водяная смесь для охлаждения опор шарошек, удаление бурового шлама происходит с помощью продувки, отработанной воздушно-водяной смесью, разбуренный шлам на поверхности осаждается с помощью пылеуловителя в виде валика.

Буровые станки с пневмоударниками получают все большее распространение на карьерах для бурения взрывных скважин. Этому способствуют следующие их достоинства: при бурении порода разрушается ударным механизмом, который не требует большого давления на забой скважины. Поэтому необходимый для вращения инструмента момент также незначителен, что позволяет при малой массе станков бурить скважины без значительных искривлений; ударный механизм прост и надежен в работе; поскольку ударный механизм, находясь в скважине, передает энергию непосредственно коронке, скорость бурения мало зависит от глубины и направления скважины;

бурение производится относительно дешевым инструментом; станки конструктивно просты и надежны.

Станки с пневмоударниками СБУ-125 применяются в основном на карьерах строительных материалов и для вспомогательных работ на рудных карьерах, например, для заоткоски бортов, селективной выемки руды, при эксплуатационной разведке.

Станки с пневмоударниками применяются преимущественно в породах с  $f=10\div 18$  на карьерах строительных материалов, а также для вспомогательных работ на рудных карьерах.



Буровой став представляет собой соединение штанги и долота – пневмоударника (полый трубы). Пневмоударник работает под действием сжатого воздуха, который подается от компрессора по внутренней полости штанги, работает он с частотой ударов 2000 ударов в минуту.

Удаление разбуренного шлама происходит путем продувки отработанным сжатым воздухом.

Станок имеет пылеуловитель и компрессор.

### **Бурение шпуров**

В современной практике открытых горных разработок шпуровой метод отбойки горных пород ведется в карьерах небольшой производительности, при выемке залежей незначительной мощности, особенно при их сложной конфигурации, для вторичного взрывания, для проведения дренажных выработок, при добыче особо ценных полезных ископаемых, когда требуется сохранить структуру и обеспечить минимальное их разрушение.

В случае применения шпуровых зарядов достигается относительно равномерное дробление породы и размеры кусков при этом не превышают 35–45 см в наибольшем измерении.

Ударно-поворотный (перфораторный) способ бурения шпуров является наиболее распространенным. В настоящее время ударно-поворотное бурение шпуров производится исключительно пневматическими бурильными машинами, которые просты и надежны в работе, имеют сравнительно малую массу и достаточно большую мощность. В зависимости от рода подачи, способа крепления молотка во время работы и пространственного положения буримых шпуров различают два вида бурильных машин.

Ручные бурильные машины массой 10—30 кг предназначены для бурения с руки или легких поддерживающих приспособлений.

Колонковые бурильные машины массой 35—75 кг укрепляют при помощи салазок на специальных распорных колонках или буровых тележках.

Мощность и производительность бурильных машин зависят от силы и количества ударов в минуту. В карьерах для производства вспомогательных

буровых работ (разделка негабарита и удаление порогов) обычно применяют легкие буровые машины. Иногда при отбойке породы в уступах и при проходке дренажных выработок применяют тяжелые ручные машины, а также колонковые.

Для бурения шпуров пневматическими бурильными машинами в качестве бурового инструмента применяют буры со сплошными или съемными коронками. Применение съемных коронок снижает расход буровой стали, сокращает расходы по транспортированию буров в буро-заправочную мастерскую и упрощает буро-заправочное хозяйство.

Бур состоит из головки (или коронки) тела бура (или штанги) и хвостовика.

В зависимости от характера буримых пород головки буров бывают различной формы. Чаще применяют головки долотчатой и крестовой формы. Головки долотчатой формы применяют при бурении монолитных нетрещиноватых пород, а крестовой формы — трещиноватых пород. Диаметр коронки составляет 1,3—2,5 диаметра штанги.

Удаление буровой мелочи из забоя шпура производится продувкой сжатым воздухом, отсасыванием или промывкой.

Существуют два способа продувки: нормальная и усиленная. Нормальная продувка производится параллельно с работой бурильной машины и осуществляется при рабочем ходе поршня за счет утечки воздуха. Воздух через канал бура попадает в шпур и выносит буровую пыль по кольцевому пространству между буром и стенками шпура.

При усиленной продувке весь сжатый воздух подается через канал бура в шпур.

Отсасывание или обратная продувка шпура производится при помощи пылеотводящих и пылеулавливающих устройств, которыми снабжены специальные бурильные машины.

Бурение шпуров с промывкой является наиболее эффективным способом борьбы с пылью.

**Литература: [1] §40-43.**

### **Тема 2.3 Понятие о взрыве и взрывчатом веществе**

#### **Вопросы:**

1. Характеристики и классификация взрывчатых веществ.
2. Условия хранения взрывчатых веществ, их транспортирование.
3. Техника безопасности при обращении с взрывчатыми веществами.

Взрывчатыми называют вещества, химически мало устойчивые, способные под влиянием внешних воздействий очень быстро (в сотысячные доли секунды) превращаться в газообразные продукты, выделяя при этом большое количество тепла и оказывая на окружающую среду огромное давление.

Энергию, необходимую для возбуждения взрыва, называют начальным импульсом. Для разных ВВ эта величина различна. В практике взрывных работ

начальный импульс возбуждается взрывом капсюля - детонатора, электродетонатора, детонирующего шнура.

Способность ВВ реагировать на внешнее воздействие называют чувствительностью взрыва.

Стойкость – это способность ВВ сохранять свои физические и химические свойства при хранении.

Детонация – способность ВВ передавать ударную волну с высокой скоростью (7000м/с).

Бризантность – способность ВВ дробить среду.

В состав каждого взрывчатого вещества входит кислород и горючие элементы. Кислородным балансом называют разность между количеством кислорода, находящегося в данном В.В., и количеством кислорода необходимым для обеспечения полного сгорания всех горючих элементов, входящих в состав данного взрывчатого вещества. Он может быть положительным, отрицательным и нулевым.

Положительный кислородный баланс имеют В.В. в состав которых входит количество кислорода, превышающего дозу, необходимую для окисления горючих элементов. Отрицательный кислородный баланс имеют В.В., в состав которых входит количество кислорода, недостаточное для окисления всех горючих элементов. При нулевом кислородном балансе количество кислорода, входящего в состав В.В., точно соответствует количеству кислорода, необходимому для полного окисления всех горючих элементов. В.В. имеющие нулевой кислородный баланс, при взрыве выделяют максимальное количество тепла и энергии.

По характеру воздействия В.В. делятся на:

Бризантные – В.В. у которых взрывчатое превращение происходит с очень большой скоростью в форме детонации, и выделившиеся газы оказывают дробящее действие на окружающую среду.

Метательные\_ у которых взрывчатое превращение происходит с меньшей скоростью в форме взрывчатого горения без дробящего эффекта.

Иницирующие – высокочувствительные, легко взрывающиеся взрывчатые вещества, способные вызывать детонацию других взрывчатых веществ.

По структуре:

- Механические смеси (полученные путем тщательного смешения определенных количеств веществ, входящих в рецептурный состав В.В.) смесь аммиачной селитры + тротил и древесная мука – аммониты и зерногранулиты.

- Химические соединения В.В. (получаемые химической реакцией (тротил, гремучая ртуть).

По условиям применения:

(по условиям безопасности)

- Непредохранительные\_(имеющие в своем составе инертные примеси, снижающие чувствительность этих В.В. к внешним воздействиям)- для производства В.Р. на дневной поверхности и в подземных выработках.

- Предохранительные -(допущенные к применению в горных выработках (угольные шахты), опасных в отношении взрыва горючих газов и легко воспламеняющихся пылей.

### 3.Транспортирование и хранение ВВ.

Транспортирование ВМ можно производить всеми видами транспорта, имеющего отличительные знаки (красные флажки на бортах) и средства противопожарной безопасности (2 огнетушителя и ящик с песком.) Автомобильный транспорт должен иметь устройство искрогаситель на глушителе.

Скорость автомобиля в хорошую погоду не должна превышать 40 км/час, в плохую 20 км/час.

Водитель должен иметь наряд, путевку с разрешением на перевозку ВМ и военизированную охрану.

При перевозке ВМ колонной, расстояние между машинами должно быть 50 м и 300 м при спуске.

Все машины должны иметь табличку, согласно международному ГОСТу. Справа на табличке указывается код экстренных мер (КЭМ-24Э)

2- применять водную струю

4- можно применять пену

э- эвакуация людей.

В левой части знак опасности.

ВМ перевозят ж/д транспортом и водным.

При ж/д перевозке один груженный вагон чередуется с двумя пустыми, и 6-ю пустыми от тепловоза или вагона с людьми. Под разгрузку вагон подается 1 вагон, 1 машина.

Взрывчатые материалы (ВМ) хранятся на стационарных или временных складах. Склад ВМ, концентрируя на незначительной территории большие массы опасных грузов представляет собой объект повышенной опасности.

Хранение ВМ осуществляется с учетом степени опасности и совместимости ВМ.

Взрывчатые материалы, при хранении, размещаются в хранилищах. Допускается временное размещение отдельных типов ВМ на специально оборудованных площадках открытого хранения (ПОХ). В хранилище разрешается размещать ВМ только одной группы совместимости. Основные типы хранилищ представлены на рис.10

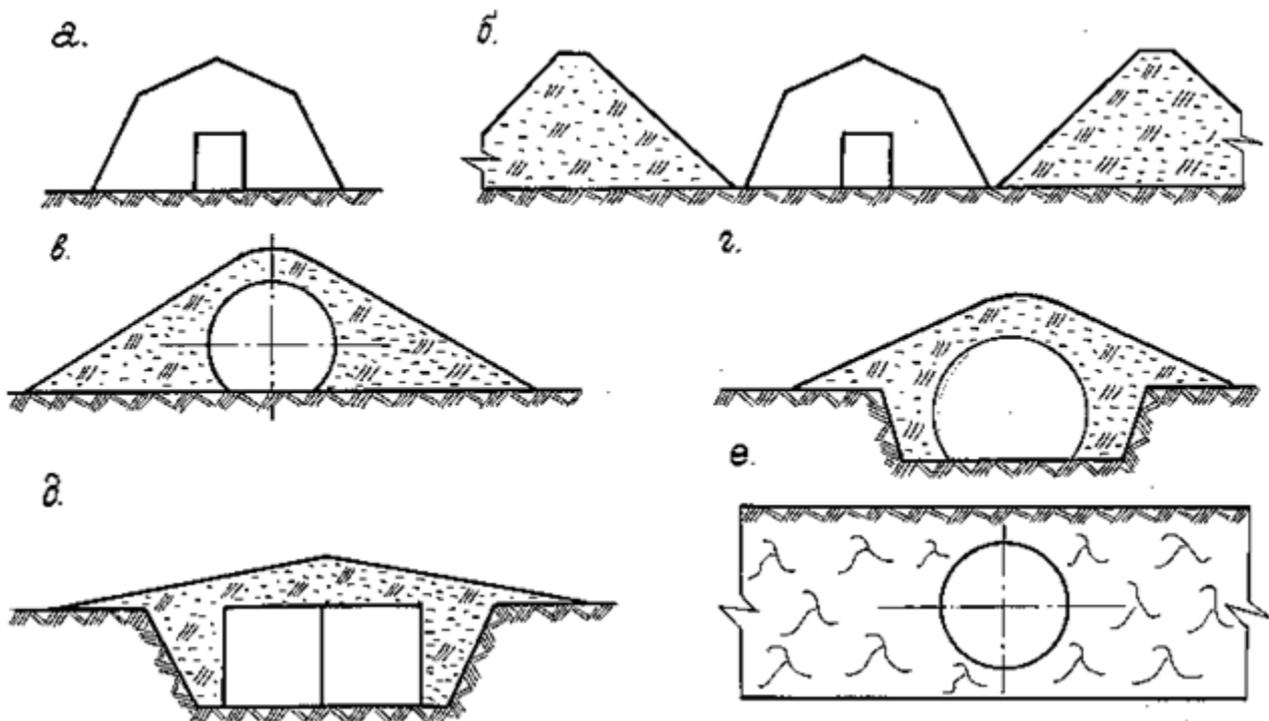


Рисунок 10 Типы хранилищ:

А - наземное; б - наземное обвалованное; в - наземное обсыпное; г - котлованное обсыпное полузаглубленное; д - котлованное обсыпное заглубленное; е – подземное

Вокруг хранилищ наземного типа (ПОХ) устраивается защитный вал из пластичных или сыпучих пород, не имеющий в своем составе крупных комьев и камней. Вал должен быть выше карниза хранилища на 1,5 м и шириной в верхней части не менее 1 м. Основание вала должно быть удалено на 2-3 м от хранилища. Против разрыва в защитном вале, оставленном для прохода (проезда) и хранилищ, возводится траверс длиной на 1-2 м больше ширины прохода (считая по гребню вала).

Обвалование хранилищ боеприпасов предназначено для: защиты боеприпасов, расположенных в близлежащих хранилищах и площадках открытого хранения от воздушной ударной волны, облака вторичного пламени и осколочного поля, образующихся при взрыве боеприпасов внутри обвалования; для защиты боеприпасов, расположенных внутри обвалования от обстрела со стороны охранного периметра, от осколков взрывающихся на технической территории авиационных и артиллерийских боеприпасов, а также для ослабления разрушающего действия взрыва соседних хранилищ на штабель боеприпасов внутри обвалования.

Загрузка хранилищ боеприпасами (в перерасчете на ВВ) не должна превышать максимально допустимых норм загрузки, которые составляют для: взрывчатых веществ в изделиях и тарноштучной упаковки - 240 т ; капсульных изделий - 3 млн. шт.

При хранении боеприпасов в полевых условиях количество боеприпасов в хранилище не должно превышать: взрывчатых веществ более 30 т ; капсульных изделий 60 тыс. шт.

Хранилища должны размещаться на безопасных расстояниях друг от друга, т. е. на расстояниях, на которых при взрыве боеприпасов в одном хранилище

исключается взрыв в других хранилищах. Безопасные расстояния определяются для каждого хранилища отдельно в зависимости от категории опасности, массы ВВ и условий расположения хранилищ.

Одной из основных причин возникновения аварийной ситуации на складах боеприпасов являются удары молний в грозовой период года. Поэтому молниезащита складов боеприпасов является одним из важнейших направлений обеспечения безопасности хранения.

Молниезащита достигается строгим и четким выполнением требований “Инструкции по проектированию, устройству и эксплуатации молниезащиты и защиты от статического электричества зданий и сооружений Министерства обороны” ВСН-58-87 и “Инструкции по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений”, а также принятием дополнительных мер по повышению готовности противопожарных сил и средств в грозовой период года.

На складе ВМ ведутся установленные нормативными требованиями документы по молниезащите.

Пожарный инвентарь размещается на щитах, которые устанавливаются у каждого объекта на расстоянии 10-15 м. На погрузочно-разгрузочной платформе щиты с пожарным инвентарем устанавливаются через каждые 200 м. На технической территории склада в целях пожаротушения создается запас воды.

Водоемы строятся на расстоянии не менее 50 м и не более 200 м от хранилищ (цехов), площадок и штабелей с боеприпасами, с таким расчетом, чтобы обеспечить одновременную подачу воды к каждому объекту из двух и более водоемов.

В пожароопасных районах (в степи, в лесу) в охранном периметре создается запас воды в водоемах емкостью 50 м<sup>3</sup> через каждые 500 м периметра. В других районах на летний период в охранном периметре создается дополнительный запас воды в бочки (200 л) через каждые 500 м периметра.

Тепловозы, паровозы и автотракторная техника пропускаются на техническую территорию после проверки их пожарным надзором.

Запретные районы подготавливаются в противопожарном отношении (устраиваются противопожарные просеки и минерализованные полосы, создаются запасы воды и оборудуются подъезды к ним, осуществляется прореживание леса и т. п.). В пределах запретного района могут быть назначены рубежи встречи пожаров, назначены ответственные за подготовку рубежей, определен состав расчетов и их оснащение. Устанавливается время выдвижения, организация связи, взаимодействия с местными пожарными командами и дружинами.

Запретная зона включает территорию, непосредственно примыкающую к технической территории, шириной 400 м. Ее граница на местности обозначается соответствующими знаками, указателями и надписями. Ответственность за установку знаков возлагается на начальника склада.

В запретной зоне в полосе шириной 25 м, прилегающей к внешнему ограждению технической территории, деревья должны быть разрежены, кустарник вырублен, нижние ветви деревьев обрублены на высоту не менее 2,5 м; для обеспечения обзора подходов к проволочному ограждению трава должна быть скошена.

Запретный район устанавливается вокруг внешнего ограждения склада шириной не менее 3-х километров. Для войсковых, полевых и временных полевых складов запретный район не устанавливается. Граница запретного района на местности не обозначается.

Запретная зона и запретный район должны быть оборудованы в противопожарном отношении путем: создания 50 м минерализованной противопожарной полосы вдоль периметра; санитарной очистки леса; оборудования пожарных водоемов и водозаборников; строительства подъездных путей (дорог); назначения отсечных рубежей.

**Литература:** [1] §§44-47, 59-61; [7] §21.

## Тема 2.4. Средства взрывания и способы взрывания

### Вопросы:

1. Средства взрывания
2. Способы взрывания.

### 1. Средства взрывания

Средства взрывания – это средства, с помощью которых передается начальный импульс заряду В.В.

К основным СВ относят: огнепроводный шнур, капсюль – детонатор, электродетонатор, детонирующий шнур и детонирующее реле.

Капсюли – детонаторы предназначены для возбуждения детонации В.В. при производстве взрывных работ огневым способом.

На рисунке 11 показано устройство капсюля – детонатора.

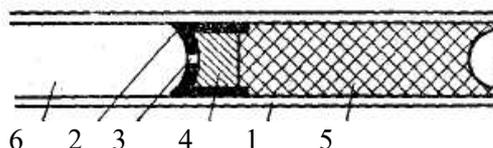


Рисунок 11. Капсюль детонатор

1-гильза капсюля – детонатора, 2-металлическая чашечка, 3-отверстие, 4-первичное инициирующее вещество, 5- вторичное инициирующее вещество, 6-свободное место для введения огнепроводного шнура.

В настоящее время промышленность выпускает следующие типы капсюлей – детонаторов: 8А, 8Б, 8М, 8УТМ, 8УТБ.

Электродетонатор представляет собой соединение в одной гильзе (1) капсюля- детонатора (2) с электровоспламенителем. Электровоспламенитель состоит из воспламенительной головки (4), мостика накаливания (5) и выводных проводов (6). Мостики накаливания изготавливаются из нихрома (хром + никель). Мостик покрыт легковоспламеняющимся твердым составом в виде капли (воспламенительная головка). При пропускании электрического тока по выводным проводам мостик накаливается и от него возбуждается взрыв первичного инициирующего ВВ капсюля – детонатора. Электродетонаторы бывают мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия. (ЭД-8-Э, ЭД-8-Ж).

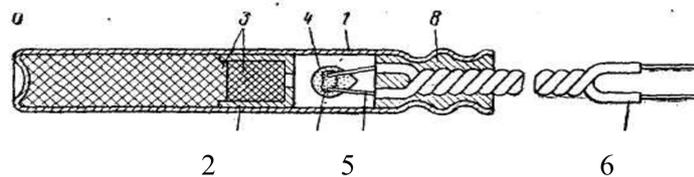


Рисунок 12 Электродетонатор.

Детонирующий шнур – предназначен для возбуждения и передачи детонации от капсюля- детонатора к заряду ВВ или от одного заряда ВВ к другому. Сердцевина детонирующего шнура (ДШ) состоит из высокобризантного иницирующего ВВ (тэна)(2), имеет внутренние х/б направляющие нити (1). Его сердцевину оплетают 3 спиральные нитяные оплетки (3,4,5). Средняя и наружная оплетки покрыты изолирующим составом и лаком, предохраняющими шнур от увлажнения и механических повреждений. На карьерах применяют ДШ-А, ДШ-Б, ДШ-В. Скорость детонации этих шнуров –7000м/с. Длина отрезка –50м, d=(3-6,1мм).

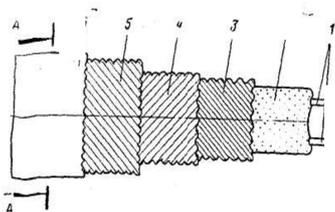


Рисунок 13 Детонирующий шнур.

Огнепроводный шнур (ОШ) - предназначен для передачи тепловой энергии (искры) капсюлю- детонатору или для возбуждения взрыва порохового заряда. Он представляет собой восьмислойный шнур, сердцевина которого состоит из дымного пороха. Огнепроводный шнур применяется для всех видов взрывных работ, за исключением шахт.

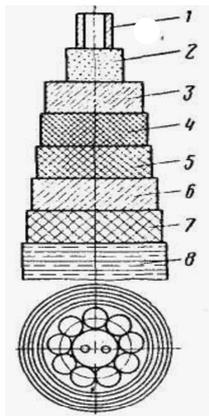


Рисунок 14 Огнепроводный шнур.

Марки огнепроводных шнуров: ОША, ОШДА, ОШП

Детонирующее реле (пиротехнические замедлители) применяют при короткозамедленном взрывании зарядов скважин. Их включают в сеть детонирующего шнура для создания замедлений на магистральных линиях, между отдельными соседними скважинами или сериями скважин.

Реле состоит из пластиковой или бумажной трубки, в которую введены капсуль-детонатор и пиротехнический замедлитель. На концах трубки закреплены отрезки детонирующего шнура. Замедлитель представляет собой металлическую гильзу, заполненную смесью тонкоизмельченной окиси меди и алюминиевой пудры. Замедление осуществляется за счет определенного времени сгорания замедлителя: в зависимости от состава замедлителя, его длины и плотности прессования оно составляет 10-50 м/с.

## 2. Способы взрывания

В зависимости от применяемых средств взрывания способы взрывания классифицируются на:

- огневой,
- электроогневой,
- электрический
- детонирующим шнуром.

1. Огневой способ взрывания осуществляется при помощи капсуля –детонатора и огнепроводного шнура. Сущность этого способа состоит в том, что взрыв капсуля детонатора происходит от пламени горящей сердцевины введенного в капсуль-детонатор отрезка огнепроводного шнура. В результате взрыва капсуля –детонатора происходит взрыв заряда ВВ.

Достоинства:	Недостатки:
1 Простота способа. 2.Использование при взрывании одиночных и небольших серий зарядов.	1.Большая опасность взрывания. 2.Возможность повреждения ОШ одного заряда взрывом другого заряда 3.Образование при горении ОШ дополнительного кол-ва ядовитых газов, в результате невозможно применение в подземных выработках.

Основные операции выполняемые при огневом способе взрывания:

Изготовление зажигательных и контрольных трубок

Изготовление патронов – боевиков.

Зажигание огнепроводного шнура при производстве взрыва.

**Зажигательная трубка** – это капсуль – детонатор, с введенным и закрепленным в нем отрезком огнепроводного шнура.

Зажигательную трубку, служащую для контроля времени при зажигании более четырех зажигательных трубок, введенных в заряды ВВ, называют **контрольной трубкой**. Длина шнура контрольной трубки должна быть на 60 см короче самого короткого отрезка шнура зажигательной трубки, но не короче 40 см. При подземных работах применяют КТ без капсуля – детонатора.

**Патроном-боевиком** для огневого взрывания называют патрон ВВ с введенной в него и закрепленной трубкой.

2.Сущность **способа взрывания детонирующим шнуром** состоит в том, что инициирование заряда ВВ вызывают взрывом введенного в него отрезка детонирующего шнура, оканчивающегося в заряде узлом. (Бескапсюльный способ).

Взрывание самого детонирующего шнура производят на поверхности при помощи зажигательной трубки или электродетонатора.

Средства взрывания: патрон – боевик, отрезки детонирующего шнура.

Порядок выполнения работ.

1. Нарезают отрезки детонирующего шнура.
2. Изготовление патронов – боевиков.
3. Монтаж взрывной сети из ДШ. (Схемы соединения сети ДШ: Параллельно - ступенчатое соединение и параллельно-пучковое)

**4. прикрепление электродетонатора или зажигательной трубки для взрыва сети ДШ.**

Достоинства:	Недостатки:
1.Простота 2. Меньше опасность по зарядению и ликвидации отказов. 3. Возможность взрывания большого числа зарядов. 4.Возможность взрывания в увлажненных и обводненных выработках.	1.Нет возможности проверить взрывную сеть. 2.Высокая стоимость.

**3.Сущность электроогневого способа** взрывания зарядов ВВ состоит в том, что инициирование каждого заряда производится посредством зажигательной трубки, огнепроводный шнур которой воспламеняется при помощи средств, действующих от прохождения электрического тока. (электрозапалы, электрозажигательные трубки).

Достоинства:	Недостатки:
1. взрывание производится на расстоянии с удаленного от места взрыва пункта, что улучшает условия безопасности работ; 2. имеется возможность взрывания зарядов с определенным интервалом замедления. 10-50 сек.	

После монтажа сети перед взрывом должна быть проверена проводимость и сопротивление цепи. Если сопротивление цепи соответствует расчетному, то производят взрыв, подавая в цепь электрический ток.

**4.Электрический способ взрывания.**

Взрыв осуществляется с помощью электродетонатора, инициируемого от мостика накаливания электровоспламенителем. В качестве средства взрывания используют электродетонаторы, проводники, источник электрического тока и контрольно- измерительная аппаратура. Источник тока: электросиловые и электросветовые подстанции.

Достоинства:	Недостатки:
1. Больше разрушительное действие ,чем у огневого способа.	1.Опасность воздействия на электродетонаторы блуждающих

2. Лучше управляемость взрывом.	токов.
3. Меньше опасность, т.к взрыв производят с безопасного расстояния.	2.Возможность самовзрывания при наличии грозы.
4. Возможность проверить исправность Взрывной сети.	

### Порядок выполнения работ.

1. Подбор ЭД по сопротивлению.
2. Изготовление патронов.
3. Заряжение скважин и их забойка.
4. Монтаж взрывной сети.
5. Проверка сети на токопроводимость и сопротивление.
6. Взрывание с помощью источника тока.
7. Осмотр места взрыва.

**Литература [1] §68-71, [2] §4 стр .46**

## **Тема 2.5 Методы взрывных работ и их классификация**

### **Вопросы:**

- 1.Методы взрывных работ, их классификация и условия применения.
- 2.Расчет шпуровых и скважинных зарядов.

### **1.Методы взрывных работ и их классификация**

Методы взрывных работ, применяемые в транспортном строительстве классифицируются по названию выработок, предназначенных для размещения зарядов ВВ.

На открытых и подземных горных работах применяют следующие методы взрывных работ:

- 1.накладных (наружных);
- 2.шпуровых зарядов;
- 3.котловых зарядов;
- 4.камерных зарядов;
- 5.скважинных зарядов.

1.Метод наружных (накладных) зарядов применяется для выполнения вспомогательных работ, дробления негабарита, разрушения навесей и заколов в забое, мерзлого грунта, взрывания различных строительных сооружений.

Заряд В.В. укладывают в какое-либо углубление на поверхности негабаритного куска горной массы. Сверху заряд засыпают забойкой.

Одиночные накладные заряды взрываются с применением огнепроводного шнура, а при взрывании нескольких накладных зарядов расположенных на небольшом расстоянии друг от друга применяют детонирующий шнур. Р опасной зоны не менее 400м. Метод весьма прост, но требует большого расхода ВВ.

<b>Достоинства:</b>	<b>Недостатки:</b>
1.Простота исполнения 2.Отсутствие буровых работ.	1.Большой расход ВВ. 2. Увеличение радиуса действия взрывной волны, опасной по разлету кусков породы.

2.Метод шпуровых зарядов в условиях транспортного строительства применяют при разработке неглубоких (до 3 м) скальных выемок, отбойке уступов в притрассовых карьерах, рыхлении мерзлых грунтов и дроблении негабарита.

<b>Достоинства:</b>	<b>Недостатки:</b>
1.Простота исполнения. 2. малая масса бурового оборудования, 3.Сравнительно равномерное дробление массива.	1.Большая трудоемкость. 2.Значительное пылеобразование при перфораторном бурении, 3.Большой расход средств взрывания, малый выход горной массы с 1 м шпура.

3.Метод котловых зарядов, шпуров и скважин применяется при высоте уступа >3 м.

Этот метод применяется , когда при заданной глубине шпура (скважины) расчетный заряд не размещается.

Для расширения или образования котла в мягких породах и породах средней крепости применяют прострелку скважин небольшими зарядами ВВ. Образование котла или расширение нижней части скважины в крепких породах осуществляется специальными расширителями, применяемыми на станках шарошечного и огневого бурения.

<b>Достоинства:</b>	<b>Недостатки:</b>
1.Сокращение объема буровых работ, 2.увеличение выхода взорванной горной массы, 3.возможность при применении специальных расширителей скважин рационально распределять ВВ по высоте взрываемого массива	1.Ограниченный перечень пород, в которых при прострелке образуется полость.

4.Метод скважинных зарядов (основной метод в карьерах) –лучше всего обеспечивает дробление пород взрывом.

Сущность этого метода заключается во взрывании серии удлиненных скважинных зарядов.

В зависимости от условий взрывания применяют вертикальные, наклонные или горизонтальные скважины диаметром 75-250 мм.

<b>Достоинства:</b>	<b>Недостатки:</b>
1.Более качественное рыхление больших объемов скальных пород;	1.Повышается сейсмическое действие взрыва.

2. Небольшие трудозатраты; 3. Увеличение производительности труда и применение комплексной механизации.	
--	--

Метод камерных зарядов применяют при рыхлении.

Разрушение породы осуществляют взрывом сосредоточенного заряда ВВ значительной массы, помещенного в специальную выработку – камеру, для чего проходят горизонтальные выработки – штольни и вертикальные шурфы.

Достоинства:	Недостатки:
1. Сокращается число взрывов; 2. Создаются значительные запасы взорванной горной массы; 3. Повышается производительность труда взрывников.	1. Большая трудоемкость проходки выработок; 2. Возможность частичного разрушения горной породы за пределами контура взрываемых выемок.

**Литература:** [1] §73-75; [2] §5 стр.51-57.

## Тема 2.6 Технология, организация и механизация буровзрывных работ

### Вопросы:

1. Технологическая последовательность производства массового взрыва.
2. Организация проведения массового взрыва.

### 1. Технологическая последовательность и механизация производства массового взрыва.

К массовым взрывам следует относить взрывание смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных, котловых или камерных зарядов независимо от протяженности заряжаемой выработки, а также единичных зарядов в выработках протяженностью более 10 м

Массовые взрывы зарядов взрывчатых веществ на земной поверхности должны проводиться в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при взрывных работах и Типовой инструкции.

Массовые взрывы на земной поверхности необходимо осуществлять по проектам, состоящим из следующих разделов:

**а) Технический расчет.** В техническом расчете в зависимости от физико-механических свойств горных пород, геологической структуры и высоты уступа определяют:

- метод взрывания (котловых, камерных, скважинных зарядов);
- сетку скважин, (расстояние между скважинами и расстояние между рядами скважин);
- глубину скважин,  $l = H + \Delta l$ ;
- конструкцию зарядов, (детонирующий шнур с патроном – боевиком)
- тип ВВ и СВ;
- объем взрывааемой горной массы;
- общий и удельный расход ВВ и СВ;

- объем забоечного материала;
- выход горной массы с 1 м. скважины;
- радиусы опасной зоны и др.

**б) таблицы параметров взрывных работ.**

**в) распорядка проведения массового взрыва.**

Технологическая последовательность массового взрыва отражена в приложении 3 «Типовой инструкции по безопасному проведению массовых взрывов на земной поверхности» п.28.5 и далее.

В соответствии с проектом бурятся скважины, которые затем проверяют шаблоном.

При применении массовых взрывов на карьерах общий расход В на один взрыв достигает 800-1000 т. при этом отбивают до 2,5 млн т. горной массы

1. Доставка к месту взрыва ВМ
2. Заряжение скважин. ручное или механизированное
3. Монтаж взрывной сети и оцепление опасной зоны
4. Подается боевой сигнал (два продолжительных)
5. Производится взрыв
6. Сигнал «Отбой» три коротких
7. Осмотр забоя, ликвидация отказов.
8. Оформление документов, сдача ВМ на склад.

**2. Организация проведения массового взрыва**

На основании утвержденных проекта и распорядка массового взрыва руководитель карьера при необходимости издает приказ о проведении взрыва.

Доставленные на блок затаренные взрывчатые вещества размещаются у заряжаемых скважин в количествах и наименованиях, определенных расчетом.

Доставка взрывчатых веществ и заряжение скважин механизированным способом проводятся в соответствии с требованиями действующих на предприятии инструкций.

Находящиеся на блоке взрывчатые материалы и заряженные скважины должны охраняться вооруженной охраной или проинструктированными рабочими при обязательном искусственном освещении в темное время. В необходимых случаях взрывчатые материалы должны быть защищены от атмосферных осадков.

Вывод людей за пределы опасной зоны при производстве массовых взрывов осуществляется:

А) при электрическом способе инициирования зарядов – перед началом укладки в заряды боевиков с электродетонаторами;

Б) при взрывании с применением детонирующего шнура – перед началом монтажа взрывной сети..

По окончании монтажа взрывной сети ответственный руководитель массового взрыва проверяет соответствие монтажа взрывной сети проектным схемам. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

Между ответственным руководителем массового взрыва и лицами, ответственными за зарядку и подготовку к взрыву должны обеспечиваться надежная двусторонняя связь.

Ответственный руководитель взрыва, получив письменные донесения лиц, ответственных за зарядку и подготовку к взрыву, за охрану опасной зоны, а также за вывод людей с территории опасной зоны, дает указание о подаче боевого сигнала.

При ведении работ подрядным способом ответственный руководитель взрыва дает указание о подаче боевого сигнала после выполнения перечисленных требований, в том числе после получения необходимой письменной информации от представителей заказчика.

Не ранее чем через 15 мин после взрыва ответственный руководитель взрыва организует осмотр взорванных блоков с принятием мер, предотвращающих отравление газами проверяющего персонала. При отсутствии отказов скважинных зарядов ответственный руководитель взрыва дает указание о подаче сигнала «Отбой». По этому сигналу посты охраны опасной зоны снимаются.

Допуск людей в карьер и к месту взрыва проводится согласно порядку, принятому на предприятии, утвержденному техническим руководителем карьера, в том числе при подрядном способе ведения взрывных работ — совместно с техническим руководителем предприятия-подрядчика.

Контроль за наличием отказов после массового взрыва, их регистрация и ликвидация должны осуществляться в соответствии с установленными на предприятиях требованиями инструкций, согласованных с органами госгортехнадзора.

Если обнаружены отказы, то выставляются красные флажки и плакат с надписью - «Опасно», «Отказ»

**Литература:[1] §80,84**

## **Тема 2.7 Охрана труда и техника безопасности при буровзрывных работах**

### **Вопросы:**

1. Общие сведения о правилах безопасности при ведении буро-взрывных работ.
2. Порядок допуска лиц при проведении буро-взрывных работ.

### **1. Общие сведения о правилах безопасности при ведении буро-взрывных работ**

Вредные факторы и условия труда, которые могут вызвать профессиональные заболевания, называют профессиональными вредностями. К ним относят:

1. ненормальное положение тела, вызывающее перенапряжение отдельных его частей;

2. физические факторы производственной среды – запыленность, и вибрация.

Буровзрывные работы являются одной из основных причин выделения значительного количества минеральной пыли в подземных условиях.

Радикальной мерой борьбы с пылеобразованием является промывка шпуров водой при бурении.

Вредное воздействие на организм человека оказывает вибрация, передающаяся от быстроударных высокочастотных пневматических перфораторов и бурильных установок, а также при нахождении на площадках буровых машин, сотрясающихся при работе.

Для предупреждения вибрационной болезни рекомендуется плотно опоясывать живот, что уменьшает передачу сотрясений органам брюшной полости. На руки необходимо надевать мягкие рукавицы с двойной виброгасящей амортизирующей прокладкой из поролона. Чтобы предупредить передачу вибрационного воздействия через ноги, применяют двойные резиновые коврики и специальную виброгасящую обувь.

При ведении взрывных работ с использованием нитроглицериновых, нитроглицеролевых и других ВВ –неосторожное обращение с ними может привести к отравлению (сопровождается головными болями, тошнотой, рвотой, усиленным сердцебиением).

Для предупреждения таких отравлений рекомендуется операции с патронами ВВ выполнять с особой осторожностью, не склоняясь низко над ними. После работы с такими ВВ тщательно вымыть руки с мылом содовым раствором, при длительном соприкосновении рук и ВВ смазывать рук техническим вазелином. Особую осторожность надо соблюдать при приеме пищи в подземных условиях.

При проведении взрывных работ необходимо применять звуковые и световые сигналы, хорошо слышимые или видимые на границах опасной зоны и известные рабочим. Звуковые сигналы подаются в следующем порядке:

Первый сигнал – предупредительный (один продолжительный) по которому все лица, не занятые взрыванием, удаляются за пределы опасной зоны, а взрывники приступают к зарядке.

Второй сигнал – боевой (два продолжительных) подается после того, как лицо, ответственное за проведение взрыва, убедится в том, что все люди, не участвующие в подготовке взрыва, находятся в безопасном месте.

Затем взрывники зажигают огнепроводные шнуры и удаляются в укрытие или за пределы опасной зоны, а при электрическом взрывании включают ток.

Третий сигнал – отбой (три коротких) подается после окончания взрывания и осмотра взрывником места взрыва, если он установит, что все заряды взорвались.

При обнаружении отказа у невзорвавшегося заряда взрывник выставляет предупредительный знак (красный флажок, плакат с надписью «Отказ! Опасно!») и с этого момента в местах нахождения отказов запрещается производить какие-либо работы, кроме ликвидации отказов.

При электровзрывании обнаруженные в отказах провода ЭД или концевые провода немедленно замыкают накоротко. При ликвидации отказавшего

наружного заряда осторожно снимают часть забойки, помещают на отказавший заряд новый боевик или зажигательную трубку, восстанавливают забойку и производят повторное взрывание.

Для ликвидации отказавших шпуровых зарядов бурят параллельно отказавшему, вспомогательные шпуры на расстоянии 30 см или не менее 50 см. После пробуривания вспомогательных шпуров на глубину не менее глубины отказавшего шпура их заряжают и взрывают.

## **2.Порядок допуска лиц при проведении буро-взрывных работ**

К производству взрывных работ допускаются лица, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и имеющие «Единую книжку взрывника».

К сдаче экзаменов квалификационной комиссии по специальной программе для подготовки взрывников на получение права производства взрывных работ допускаются лица не моложе 19 лет для открытых и не моложе 20 лет для подземных работ, имеющие образование не ниже семи классов и стаж не менее одного года соответственно на открытых (других) горных работах или на проходке подземных горных выработок и в очистных забоях.

Лица, сдавшие экзамены допускаются к самостоятельной работе на предприятии после работы в течение месяца под руководством опытного взрывника (мастера-взрывника).

При переводе взрывников и мастеров-взрывников с одного вида взрывных работ на другой они должны пройти специальную переподготовку по новому виду работ и сдать дополнительные экзамены.

Взрывники (мастера-взрывники), принимаемые для производства

Все лица, занятые на взрывных работах, должны быть проинструктированы руководителем взрывных работ о свойствах и особенностях применяемых ВМ и аппаратуры и мерах предосторожности при обращении с ними. Такой же инструктаж должен производиться при применении на предприятиях новых видов ВМ.

Всем рабочим, привлекаемым к подготовке и проведению взрывных работ, должны быть выданы под расписку инструкции по безопасным методам работ по их профессии.

При производстве взрывных работ двумя и более взрывниками в пределах одной опасной зоны должен быть назначен старший взрывник (бригадир), которым может быть лицо, имеющее стаж работы взрывника не менее одного года.

Назначение старшего взрывника оформляется записью в наряде-путевке. В тех случаях когда руководство взрыванием непосредственно осуществляется лицом технического надзора, назначение старшего взрывника не обязательно.

Заведующими складами ВМ разрешается назначать лиц, имеющих право руководства взрывными работами, а также лиц, окончивших вузы или техникумы по специальности технологии ВВ.

**Литература:[1] §80, [11] стр.9**

## Контрольные вопросы.

1. Дайте определения основным буровым выработкам.
2. Назовите способы бурения.
3. Дайте определения взрыву и взрывчатому веществу.
4. Что такое кислородный баланс?
5. Расскажите о средствах и способах взрывания.
6. Назовите методы взрывных работ.
7. Последовательность расчета расположения скважин и определения величины заряда.
8. Расскажите о хранении и транспортировании взрывчатых материалов
9. Расскажите об организации проведения массового взрыва.
10. Расскажите о технике безопасности при буровзрывных работах

## Раздел 3 Производственные предприятия Тема 3.1 Дробление и сортировка горных пород

### Вопросы:

1. Дробление каменных материалов.
2. Сортировка материалов, мокрое грохочение.
3. Технологические схемы переработки каменных материалов.
4. Контроль качества, приемка готовой продукции.

### 1. Дробление каменных материалов.

Основные каменные дорожно-строительные материалы получают путем переработки горных пород на камнедробильных заводах (КДЗ). Переработка включает в себя дробление, сортировку, промывку и обогащение щебня, гравия, песка.

Дробление - это механический процесс, при котором крупные куски рядового камня – сырца, поступающего из карьера, разрушаются под воздействием внешних сил на более мелкие зерна.

Способы дробления:

- Раздавливанием (сжатием);
- Раскалыванием;
- Истиранием;
- Ударом.

Процесс дробления каменных материалов и получения щебня организуется по стадийной форме, включающий в себя последовательно до трех стадий и больше.

В общем случае эти стадии включают в себя: первичное дробление, промежуточное, тонкое дробление, которое используется также для придания зернам кубовидной формы или для физико-механической обработки каменных материалов.

Для дробления каменных материалов, применяются специальные машины – камнедробилки, в которых сочетаются различные комбинации способов дробления.

При поступлении на дробление горная порода содержит куски различного размера.

Количественной характеристикой процесса дробления служит степень дробления, показывающая, во сколько раз уменьшились куски материала при дроблении или измельчении. Она рассчитывается как отношение размера наибольшего куска камня, поступающего на дробление, к размеру, получаемому после дробления по формуле:

$$i = \frac{D}{d} \quad (2.8)$$

где D- наибольший диаметр дробления;

d- наибольший диаметр куска после дробления.

Горная порода, которая поступает на дробление, называется - исходным продуктом дробления.

Дробилки, применяемые для дробления каменного материала делятся на 4 основные группы:

- щековые (челюстные);
- конусные;
- ударного действия (молотковые, роторные, валковые).

Стадией дробления называется одна ступень измельчения (до определенных размеров).

В зависимости от стадии дробления каменных материалов применяют камнедробилки различных конструкций.

На I стадии - щековые.

Щековые дробилки, в которых периодическое раздавливание кусков породы осуществляется между неподвижной и качающейся щеками. Основными параметрами, характеризующими щековую дробилку, являются размеры загрузочного и разгрузочного отверстий. По характеру движения подвижной щеки (простое или сложное). В зависимости от расположения оси подвижной щеки различают щековые дробилки с нижним и верхним подвесом.

Основными производителями щековых дробилок в России являются ООО «ДРОБМАШ» и НПК МЕХАНОБР-ТЕХНИКА», а также «DSP» (Чехия), «BAIONI» (Италия), «METSO MINERALS NORBERG» (Финляндия), «EXTEC», «TEREX» (США) и др.

Достоинства	Недостатки
Простота конструкции и несложная замена быстроизнашивающихся деталей, удобство обслуживания и ремонта	Вибрация и удары при работе, необходимость устройства массивных фундаментов, шум

На II стадии для среднего дробления в карьере применяют конусные дробилки, дробящие куски породы между конусами, один из которых

неподвижен, а второй – эксцентрично расположенный, качается, перемещается по окружности внутри первого. Дробление каменного материала в дробилках этого типа проходит непрерывно. При сближении поверхностей конусов материала раздавливается, при расхождении он выгружается.

Достоинства	Недостатки
Надежная работа и большая производительность, высокая степень дробления (3-10) и изометричная (кубическая) форма кусков продукта дробления.	Большая масса и высокая стоимость, сложность ремонта

На III стадии для мелкого дробления применяют валковые дробилки, служат для измельчения мягких пород, а так же для вторичного дробления каменных материалов средней и большой твердости. Дробление основано на раздавливании материала, попадающего между двумя вращающимися валками. Валки могут быть гладкими, зубчатыми, рифлеными.

**Ударные дробилки** – роторные и молотковые, в которых порода дробится ударамидвигающихся с большой скоростью рабочих деталей машины.

Достоинства	Недостатки
Простота конструкции, надежность ее, компактность, большая производительность, высокая степень дробления (10-20 и более), пригодность для дробления любого материала.	Наибольшая чувствительность к влажности исходного продукта и перегрузкам, а также сравнительно быстрый износ дробящих молотков.

Для производства щебня больше применяют роторные дробилки, так как колосниковые решетки молотковых дробилок не позволяют обеспечить надежной работы с материалом средней и высокой прочности.

Получение высоких степеней дробления в одной дробилке практически невозможно, поскольку каждая дробилка работает только при ограниченной степени дробления. Рационально материал от большого размера до требуемого дробить в нескольких последовательно расположенных дробилках.

Дробилки могут работать в открытом или замкнутом циклах. При открытом цикле материал проходит через дробилку один раз и в конечном продукте всегда присутствует некоторое количество кусков избыточного размера. При замкнутом цикле материал неоднократно проходит через дробилку. Раздробленный материал подается на грохот, выделяющий из него куски избыточного материала, которые возвращаются для повторного дробления в ту же или во вторичную дробилку.

## 2. Сортировка каменных материалов

Одно из основных требований к щебню для дорожного строительства предъявляется к его фракционному составу. Для получения требуемого фракционированного щебня, дробленый материал разделяют на фракции и реализуют в таком виде, либо составляют смеси определенного зернового состава.

Сортировкой материалов называется процесс разделения их по размерам, форме и прочности.

Разделение сыпучих материалов на классы зерен по крупности называется сортировкой по крупности (грохочением).

Разделение материала по крупности на фракции осуществляется следующими технологическими приемами:

- грохочением;
- гидроклассификацией;
- пневмоклассификацией.

Грохочение объединяют два процесса, которые обеспечивают разделение:

- расслоение материала;
- разделение его по размеру.

Различают грохоты цилиндрические и плоские, неподвижные и подвижные.

Грохоты могут иметь одну, две или более просеивающих поверхностей.

Неподвижные – представляют собой неподвижные просеивающие поверхности (колосниковые решетки) различной формы, укрепленные на специальной раме.

Подвижные плоские грохоты подразделяются на колосниковые, качающиеся, эксцентрикковые, инерционные.

Качающиеся грохоты- сортировка осуществляется путем перемещения материала по ситам. Эти грохоты используют для просеивания песка.

Эксцентрикковые грохоты выполняются качающимися, но характер движения их подвижной рамы- круговой.

Инерционные грохоты обеспечивают сортировку материала с помощью вибрации.

Рабочей поверхностью грохотов являются: проволочные сетки, стальные перфорированные листы и колосниковые решетки.

Основные требования предъявляемые к ситам: наибольшее живое сечение и высокая прочность.

Проволочные сита по сравнению со штампованными имеют большое живое сечение, но меньшую прочность, поэтому срок службы их короче.

При работе проволочных сит необходимо следить за износом, поломкой, правильным натяжением проволоки.

Грохочение по назначению бывает:

- предварительное;
- окончательное;
- контрольное.

Предварительное грохочение используется:

1. для отделения крупных кусков камня, которые невозможно использовать для дробления;

2. для отбора нужных фракций после первой и последующих стадий дробления, чтобы не допустить излишнего дробления

Окончательное грохочение предназначено:

1. для получения продуктов строго соответствующих спецификаций;

2. для разделения щебеночного полуфабриката на готовые товарные фракции;

3. Для отделения песка при расфасовке песчано-гравийного материала.

Контрольное грохочение применяют при окончательной классификации материала по крупности в качестве проверочной операции. Как правило, его осуществляют на конечной стадии производства щебня перед отправкой готового материала в бункере или потребителю.

Для доведения качественных характеристик щебня, гравия и песка по загрязненности и прочности до требований стандартов в технологическую схему на заключительных этапах вводят операции по их промывке, сухому отделению загрязняющих примесей и обогащению материалов по прочности.

#### Гидроклассификация (мокрое грохочение.)

Добываемый в карьерах песок и гравий содержат органические и неорганические примеси. При большом содержании пыли и глины применяется мокрое грохочение – сезонное или круглогодичное (в отапливаемых дробильно-сортировочных фабриках).

При переработке прочных скальных пород мокрое грохочение может быть применено только на стадии окончательного или контрольного грохочения. Для песчано-гравийной массы подача воды производится начиная с первичного отделения гравия от песка и до выдачи готовой продукции.

Гидроклассификация используется в основном в целях:

- производства фракционированных песков;
- очищения песка и щебня от пылевато-глинистых примесей;
- дешламации и промывке материала;
- обезвоживании.

Вода на грохоты в основном подается по перфорированным трубам или специальными брызгалами для орошения большей части поверхности сита под давлением от 1-3 кгс/см<sup>2</sup>. Опыт работы большого числа карьеров показал, что при содержании глины до 6-8 % расход воды составляет от 3 до 5 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> готовой продукции. Производительность грохотов при мокром грохочении увеличивается на 25-60%.

Предприятия по «мокрому» обогащению каменных материалов должно иметь пруды-отстойники, предназначенные, для осветления промывочной воды и организации оборотного водоснабжения.

#### Пневмокласификация.

Осуществление пневмокласификации заключается в разделении мелкокускового материала по крупности струями воздуха, направленными перпендикулярно потоку материала. При этом каждая частица минерального материала перемещается в двух направлениях: вертикально вниз под действием силы тяжести и горизонтально - под действием давления воздуха.

Ввиду большой «парусности», более мелкие частицы находятся в воздушном потоке дольше, и их горизонтальная составляющая нарастает быстрее. В результате они падают по более пологой траектории и на большее расстояние, чем крупные

Эффективность пневмокласификации увеличивается при обработке более мелкого минерального материала. Поэтому наиболее технологичным является применение агрегатов пневмокласификации для обработки мелкого щебня и получения и очистки фракционированного песка. Полученный в результате материал может быть использован в качестве заполнителя при производстве наиболее высококачественных асфальтобетонов.

### **3. Технологические схемы переработки каменных материалов.**

Технологические схемы переработки каменных материалов состоят из процессов дробления, сортировки и транспортирования материалов в процессе переработки.

Технологический процесс переработки каменных материалов должен обеспечить:

- выпуск заданного количества щебня и гравия необходимых фракций;
- раздельное складирование готовой продукции по фракциям;
- наилучшее использование машин в процессе переработки;
- максимальное извлечение каменных материалов и их минимальные потери;
- возможность изменения и регулирования выхода различных фракций;
- максимальное сокращение дальности внутрицехового транспортирования материалов;
- возможность автоматизации процессов переработки.

Все технологические процессы переработки каменных материалов делятся на два цикла: открытый и закрытый.

При открытом цикле весь перерабатываемый материал проходит по технологической цепи переработки только 1 раз, и верхний продукт уходит в отходы. Такая схема переработки применяется крайне редко, так как она дает большие потери полезного ископаемого и вызывает удорожание готовой продукции.

При замкнутом цикле весь продукт дробления проходит грохочение, а верхний продукт возвращается в дробилку на додрабливание. Часть материала дробления, которая возвращается на додрабливание, называется циркуляционной нагрузкой. Величина циркуляционной нагрузки зависит от объема исходного материала, технологической схемы переработки и применяемых соотношений разгрузочной щели дробилки от потребной фракции щебня.

При замкнутом цикле исключаются потери полезного ископаемого, и дробилки работают с нормальной шириной разгрузочной щели. При этом зерна крупнее заданного размера отсеиваются на грохоте и возвращаются в дробилку, а затем на грохот.

Для щебеночных заводов и карьеров дорожно-строительных материалов характерны организация дробления и сортировка по замкнутому циклу после второй и третьей стадии дробления.

На притрассовых карьерах дорожного строительства дробление и сортировку каменных материалов, как правило, следует производить с помощью передвижных дробильно-сортировочных установок (ПДСУ), состоящих из одного или нескольких передвижных агрегатов. При этом необходимо иметь в виду, что агрегаты ПДСУ, несмотря на их более высокую стоимость по сравнению со стационарными агрегатами, при небольших объемах производства экономически более выгодны, так как позволяют сократить сроки монтажа и подготовки к пуску дробильно-сортировочных установок за счет уменьшения объемов капитальных строительно-монтажных и пуско-наладочных работ.

При производительности по готовой продукции до 50 тыс.м<sup>3</sup> в год и при размере наибольшего куска в питании до 340 мм дробление и сортировку

каменных материалов следует производить с помощью ПДСУ-35 состоящей из двух агрегатов: агрегата среднего дробления СМД-186 с приемным бункером, пластинчатым питателем и щековой дробилкой СМД-109; агрегата мелкого дробления с конусной дробилкой СМД-119, работающей в замкнутом цикле, и виброгрохотом СМ-742.

Установка обычно выпускает две фракции щебня (5 - 20 и 20 - 40 мм) и отсеvy дробления (0 - 5 мм). Для транспортирования готовой продукции на склад установку снабжают тремя ленточными конвейерами длиной 10 - 15 м.

Технологическая схема переработки каменных материалов с использованием ПДСУ-35 приведена на рис.15

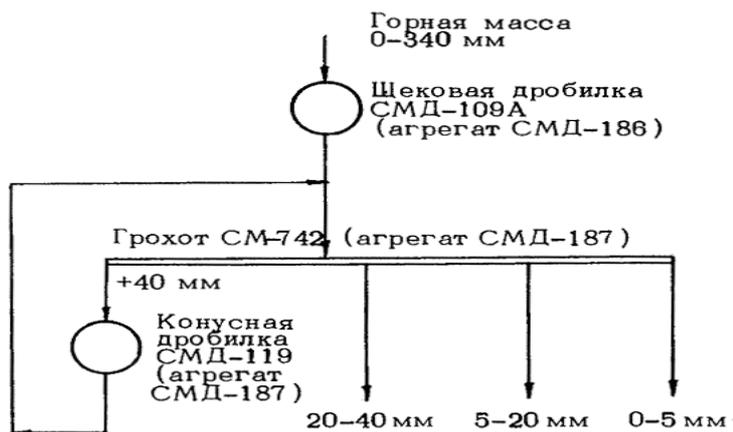


Рисунок 15. Технологическая схема переработки каменных материалов на ПДСУ-35

#### 4. Контроль качества, приемка готовой продукции

Контроль качества продукции, соответствие ее стандартам и техническим условиям осуществляется ОТК (отделом технического контроля), лабораторией или работниками, на которых возложены функции технического контроля качества.

Численность лаборантов и рабочих ОТК устанавливают в зависимости от объема производства, номенклатуры выпускаемой продукции и количества технологических линий исходя из условия полного обеспечения контроля технологии, качества продукции и поступающей на переработку горной массы.

Контроль качества готовой продукции, ежедневный и периодический (один раз в квартал или год) производится в соответствии с действующими стандартами, с учетом целевого назначения выпускаемой продукции.

Пробы щебня на КДЗ отбирают из потоков щебня на открытых складах или бункерах (силосах). При контроле качества проверяют содержание глинистых и пылеватых частиц, форму зерен, прочность щебня и его марку по дробимости в цилиндре, петрографический анализ, влажность, размер щебня, прочность на сжатие и износостойкость.

На готовую продукцию оформляют документ, удостоверяющий ее качество, в котором указываются показатели качества в соответствии с требованиями, установленными стандартами и техническими условиями на готовую продукцию.

**Литература:** [1]§37; [6] стр.40-48 **Литература:**[1] §29-32; [6] стр.40-45  
:[ 7] §15.1-15.7;

### **Тема 3.2 Базы хранения и приготовления органических вяжущих материалов**

#### **Вопросы:**

1. Классификация битумных баз.
2. Основные узлы баз и их характеристика.
3. Классификация битумных хранилищ и их устройство.
4. Способы подогрева битума и битумохранилищ.
5. Приготовление битумных эмульсий.
6. Приготовление полимер-модифицированных битумов.

Битумная база предназначена для приготовления и хранения органических вяжущих материалов.

Технологический процесс на битумной базе состоит из следующих операций:

- выгрузка битума из транспортных средств;
- хранение вяжущих;
- приготовление вяжущих;
- подогрев до рабочей температуры;
- выдача готовой продукции.

#### **1.Битумные базы классифицируются:**

По длительности работы на одном месте:

1. стационарные
2. передвижные

По назначению:

1. самостоятельные (обслуживающие область и районы)
2. рабочие (хранят и приготавливают)
3. перевалочные базы (для приема и хранения)

По расположению:

1. прирельсовые.
2. притрассовые.

#### **2.Основные узлы битумных баз:**

1. Битумохранилище.
2. Битумоплавильня.
3. Парокотельная установка.
4. Склады топлива.

Битумохранилище- представляют собой специально оборудованную емкость, в которой их хранят и предварительно подогревают. Хранилище состоит из резервуара, приемка, системы подогрева и перекачки вяжущих.

Битумоплавильни - предназначены для очистки битума, обезвоживания и нагрева до рабочей температуры, Они представляют собой несколько котлов, оборудованных системой подогрева (масло или пароподогрева и имеющих очистку битумом) очистка битума осуществляется путем процеживания через металлические сетки, с помощью которых удаляются механические примеси, сгустки, комки. Очистка битума производится после обезвоживания. Обезвоживание происходит при температуре 100-120<sup>0</sup>С и нагрев до рабочей температуры 160-180<sup>0</sup>С. Длится 5-12 часов, в зависимости от марки битума и температуры воздуха.

Парокотельная установка предназначена для подачи тепла к битумоплавильням и битумным хранилищам t от 100-170<sup>0</sup>С. Теплоноситель пар или технические масла. Устанавливают паротехнические установки вблизи битумохранилищ, с целью наименьшего транспортирования.

Транспортирование битума происходит по металлическим трубам диаметром 3÷4''.

Для снижения теплопотерь трубопроводы снаружи изолируют шлаковатой, асбестом, поролоном и др.

Технологический процесс работы плавильной установки включает следующие операции:

- перекачка битума из хранилища в котлы.
- обезвоживание его при температуре 110-120<sup>0</sup>С, нагрев до рабочей температуры.
- выдача вяжущего материала.

### 3.Классификация битумных хранилищ и их устройство

Типы хранилищ обуславливаются сроком службы баз и бывают капитальные и сборно-разборные.

По способу постройки битумохранилища могут быть наземные, полужамные и ямные. Выбор способа строительства хранилища обуславливается главным образом уровнем залегания грунтовых вод. Грунт, вынутый из котлована, укладывают в защитный вал по периметру хранилища и оконтуривают водоотводной канавой.

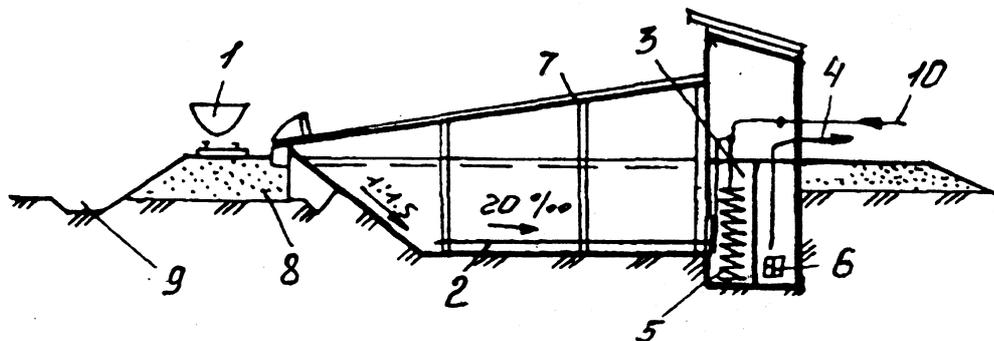


Рисунок 16. Схема битумохранилища

1-транспортное средство, 2 –донные трубы, 3-приемка, 4-битумопровод, 5-змеевик, 10- паропровод, 9-водоотводная канава, 8-защитный вал, 7-кровля.

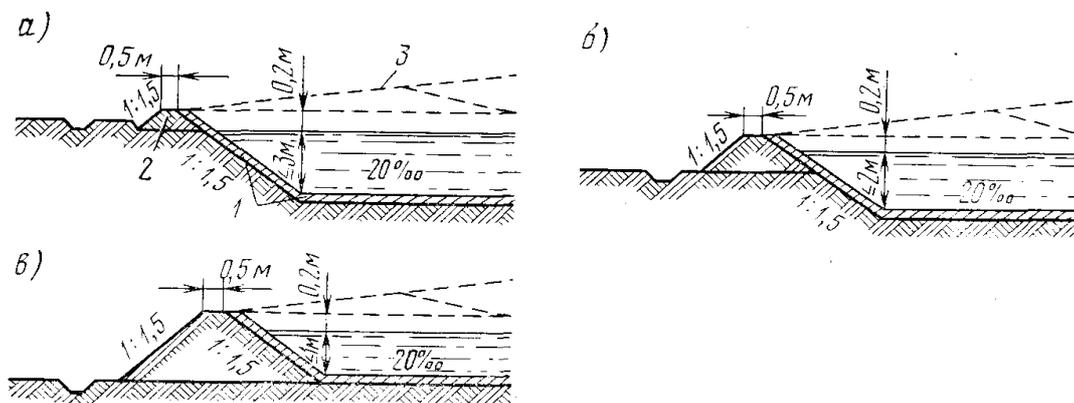


Рисунок 17 Схемы битумохранилищ временного типа:  
 а- ямные; б-полуямные; в- наземные; 1- крепление стенок и дна; 2-защитный вал; 3 -кровля

### 5.Способы подогрева битума

Существует две основные схемы подогрева: одноступенчатая и двухступенчатая.

При одноступенчатой вязущие материалы подогревают в битумохранилище до температуры текучести (50-70<sup>0</sup>С), а в прямке – до рабочей температуры (120-130<sup>0</sup>С или 160-180<sup>0</sup>С). При двухступенчатой схеме подогрева вязущие материалы подогреваются в битумохранилищах до температуры текучести (50-70<sup>0</sup>С), в прямке до температуры, обеспечивающей возможность их перекачки насосами (80-100<sup>0</sup>С), и далее в плавильнях до рабочей температуры.

Способы подогрева битума:

1. пароподогрев;
2. газоподогрев;
3. маслоподогрев;
4. электроподогрев;
5. подогрев инфракрасными лучами;
6. комбинированный.

Пароподогрев - применяется для нагрева битума в складах , битумопроводов, насосов.

Достоинства	Недостатки
Исключение возможности коксования, пожарная безопасность, дешевизна.	Значительный рост давления с повышением температуры, необходимость строительства дорогостоящих котельных, возможность попадания воды в битум.

Газоподогрев наиболее широко распространен для вторичного разогрева битума.

Теплоносителем здесь являются дымовые газы, полученные от сгорания топлива в топке. Из газоходов топки дымовые газы попадают в жаровые трубы, уложенные по дну битумохранилища или внутри емкостей.

Достоинства	Недостатки
Способ экономичен, дает возможность нагрева вязущих материалов до высоких	Большой объем капитальных затрат, может использоваться только на

температур 160-180 <sup>0</sup> С	стационарных базах.
-----------------------------------	---------------------

**Маслоподогрев применяется на стационарных битумных базах. В качестве теплоносителя используются различные нефтяные масла. Холодное масло из бака насосом подается в электронагреватель, где оно нагревается до температуры 140-170<sup>0</sup>С. Образующиеся при этом газы и избыточное горячее масло отводятся по трубам обратно в бак.**

Достоинства	Недостатки
Экономичность	Происходит коксование масел в трубопроводах и батареях, что ведет к загрязнению и сокращению срока службы.

Электроподогрев вязущих материалов в хранилище осуществляется при помощи различных электронагревателей –пластинчатых и трубчатых пакетов, которые могут подниматься и опускаться по мере нагрева битума.

Достоинства	Недостатки
Экономичность, экологически чистый способ, улучшается санитарно- гигиеническое состояние баз	Нестабильность заданной рабочей температуры, пожароопасность

Инфракрасный подогрев не нашел применения из-за высоких температур нагревательных элементов.

Комбинированный способ подогрева.

Осуществляется с помощью электронагревателя, который в своем устройстве имеет змеевик и керамическую поверхность. Электронагреватель монтируется на подвесках и имеет засасывающее устройство.

### **5.Приготовление битумных эмульсий**

Эмульсия представляет собой вязущие материалы, приготовленные из диспергированных (раздробленных на мельчайшие частицы) битумов или дегтей и воды. Каждая частица вязущего имеет тончайшую пленку из эмульгатора, которая предохраняет их от слипания между собой.

Эмульсия имеет ряд преимуществ по сравнению с битумами: их не надо нагревать, работы можно вести при пониженных температурах воздуха (до –5 <sup>0</sup>С) и обрабатывать влажные каменные материалы. Кроме того, применение эмульсий обеспечивает экономию битумов.

Эмульсии делятся на прямые и обратные. В прямой эмульсии раздробленный битум находится в воде, как в среде. В обратной – раздробленная вода находится в битуме, как в среде.

Эмульсии готовят на базах по приготовлению битума, а при большой потребности –на специальных базах по приготовлению эмульсий.

Технологический процесс приготовления эмульсий состоит из трех основных операций:

- А) приготовление вязущих материалов;
- Б) приготовление водного раствора эмульгатора
- В) перемешивания компонентов.

Приготовление вязущих материалов заключается в обезвоживании битумов в котлах и нагревании их до температуры 100-120<sup>0</sup>С. Обезвоженный битум насосами подается в рабочие котлы для нагрева до рабочей температуры

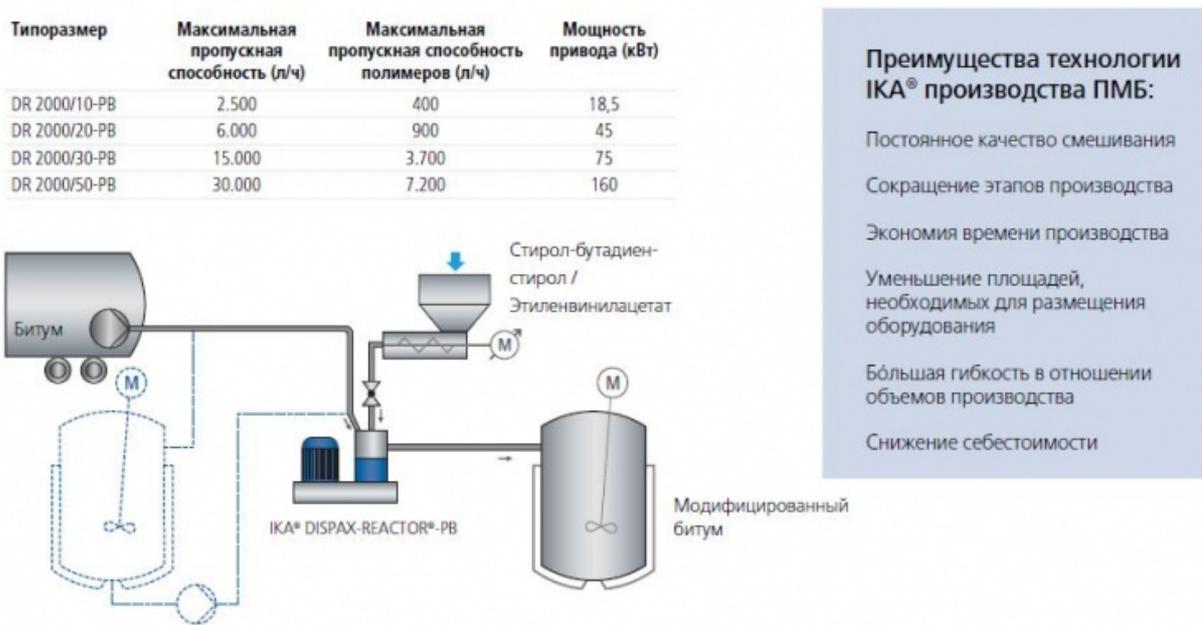
140-155<sup>0</sup>С. При подаче битум очищается от грязи и посторонних примесей при помощи металлической сетки с отверстиями 1,5-2 мм, которая натягивается на расширенный в виде воронки кран битумовоза.

При подготовке водных растворов эмульгаторов катионактивные эмульгаторы непосредственно растворяют в воде, подогретой до 70-90<sup>0</sup>С, а анионактивные эмульгаторы растворяют в водном растворе, содержащем эмульгатор, щелочь и мыло. При приготовлении водного раствора эмульгатора компоненты кипятят в течении 3-4 ч, тщательно перемешивая. При приготовлении высококонцентрированных растворов эмульгаторов количество воды не должно превышать 70%.

## 6. Приготовление полимер-модифицированных битумов.

Все чаще в верхних слоях автомобильных дорог вместо дорожного битума применяют полимерно-битумные вяжущие материалы по ГОСТ Р 52056-2003, которые по своим физико-механическим характеристикам значительно превосходят битумы, особенно при отрицательных температурах.

Для обеспечения повышенной трещиностойкости и продления срока службы асфальтобетонных покрытий при условии низких отрицательных температур в районе строительства следует применять полимерасфальтобетоны с использованием полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) на основе блоксополимеров бутадиена и стирола типа СБС (марок ДСТ 30-01 и ДСТ 30Р-01, а также их зарубежных аналогов)



Полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) представляет собой однородную массу черного цвета, состоящую из нефтяных дорожных битумов, полимеров, пластификатора и адгезионной присадки.

Применение ПБВ в качестве вяжущего позволяет значительно изменить ситуацию на автодорогах, избавиться от колеобразования и появления трещин.

Относительно битумов нефтяных дорожных вязких полимерно-битумное вяжущее отличается следующими преимуществами:

- увеличивает срок службы дорожных покрытий в 2-3 раза;

- обладает повышенной устойчивостью к деформации;
  - высокой эластичностью, как при отрицательных, так и при положительных температурах;
  - расширенным интервалом пластичности;
  - повышенной прочностью при растяжении;
  - повышенной адгезией с компонентами асфальтобетонных смесей.
- Строительство покрытий из асфальтобетонных смесей на ПБВ допускается при пониженных температурах (до минус 15°С).

Опытно-производственные работы, проведенные на объектах г. Москвы и Московской области показали значительное преимущество асфальтобетонов на таком вяжущем при устройстве верхних слоев покрытий в сравнении с традиционными горячими асфальтобетонными смесями.

Проверка опытных участков, построенных несколько лет назад, зафиксировала их значительно лучшее состояние по сравнению с соседними участками, выполненными с использованием дорожных битумов производства различных НПЗ. Асфальтобетонные покрытия находятся в хорошем состоянии, повреждения покрытия, трещины, выкрашивания, колеи, выпотевания вяжущего отсутствуют. Расположенные рядом контрольные участки имеют повреждения в виде сетки мелких трещин, шелушения поверхности, пятен выкрашивания, колеи, общая площадь которых составляет более 10% от общей площади покрытия.

Применение полимерасфальтобетонных смесей в России в широком масштабе позволит значительно повысить качество покрытий, их долговечность, а следовательно - сократить затраты на ремонты, высвободить средства на развитие сети дорог и ускорить ликвидацию недоремонтов.

**Литература: [1] §91-96 [8], [15].**

### **Тема 3.3 Асфальтобетонные заводы.**

#### **Вопросы:**

1. Классификация асфальтобетонных заводов и особенности их размещения.
2. Генеральный план АБЗ.
3. Устройство и назначение основных узлов и расположение их на АБЗ.
4. Технология приготовления а/б смеси.
5. Особенности приготовления литого асфальта, щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА).
6. Переработка старого асфальтобетона (регенерация) на АБЗ.
7. Автоматизация технологических процессов АБЗ и контроль качества.

#### **1. Классификация асфальтобетонных заводов и особенности их размещения.**

Назначение асфальтосмесительной установки состоит в перемешивании взятых в определенном соотношении нагретых до определенных температур

минеральных материалов и органических вяжущих с целью получения однородной асфальтобетонной смеси.

Для приготовления смеси используют фракционированный щебень, песок, отсеvy дробления, битум и минеральный порошок. В исключительных случаях допускается применение щебня в виде смеси нескольких фракций.

В качестве органического вяжущего используется битум или битумополимерное вяжущее.

#### Классификация АБЗ:

##### 1. По принципу действия смесителя:

- периодического и непрерывного действия.

У первых дозирование, смешивание компонентов и выдача готовой смеси производятся периодически в виде повторяющихся циклов и готовая смесь выдается отдельными порциями-замесами через определенные промежутки времени. В установках непрерывного действия все операции технологического процесса происходят непрерывно. Периодично может выполняться лишь вспомогательная операция- разгрузка бункеров готовой смеси в автосамосвалы.

##### 2. По конструктивной компоновке смесительного агрегата:

- башенного и партерного типов.

В первых сборочные единицы смесительного агрегата расположены один под другим по вертикали и компоненты смеси опускаются под действием силы тяжести. Во вторых сборочные единицы смесительного агрегата расположены на рабочей площадке рядом одна с другой и связаны между собой транспортными средствами (транспортерами).

##### 3. По длительности работы:

- временные и стационарные.

Комплекты оборудования а/б заводов подбираются по производительности основного оборудования –асфальтосмесительной установки.

Марки АБЗ: ДС-168 (производительность 160 т/ч), ДС-185 (производительность 56 т/ч)

## 2. Генеральный план АБЗ

Площадку под АБЗ планируют и размечают для размещения цехов, складов и сооружений. К ним относятся: асфальтосмесительное отделение — главный технологический цех, в котором располагают асфальтосмесительную установку; битумный цех в составе битумохранилища, установок для обезвоживания и нагрева битума до рабочей температуры, обогреваемых цистерн, как правило, с обезвоженным битумом; склады щебня (гравия), песка; закрытые, чаще всего силосного типа, склады минерального порошка; блок котельной, компрессорной станции с трансформаторной подстанцией, стационарными или передвижными электростанциями (трансформаторную подстанцию размещают в месте, недоступном для посторонних, огораживают забором); приемную площадку и транспортно-погрузочные устройства для складываемых материалов — одноковшовых погрузчиков, ленточных транспортеров, пневмотранспортных установок, насосных станций; прирельсовый материально-технический склад, склад запасных частей; ремонтно-механическую мастерскую с наладочным цехом приборов и систем автоматизации АБЗ; железнодорожные пути, автомобильные дороги с погрузочно-разгрузочными площадками; блок административных и

преимущественно пневмотранспортом.

Материальные склады, склады запасных частей размещают в отдельных помещениях, передвижных вагончиках. Склады устраивают закрытые неотапливаемые и отапливаемые. При наличии тяжелых грузов склад оборудуют автопогрузчиками ковшового, вилочного или грейферного типов с монорельсами.

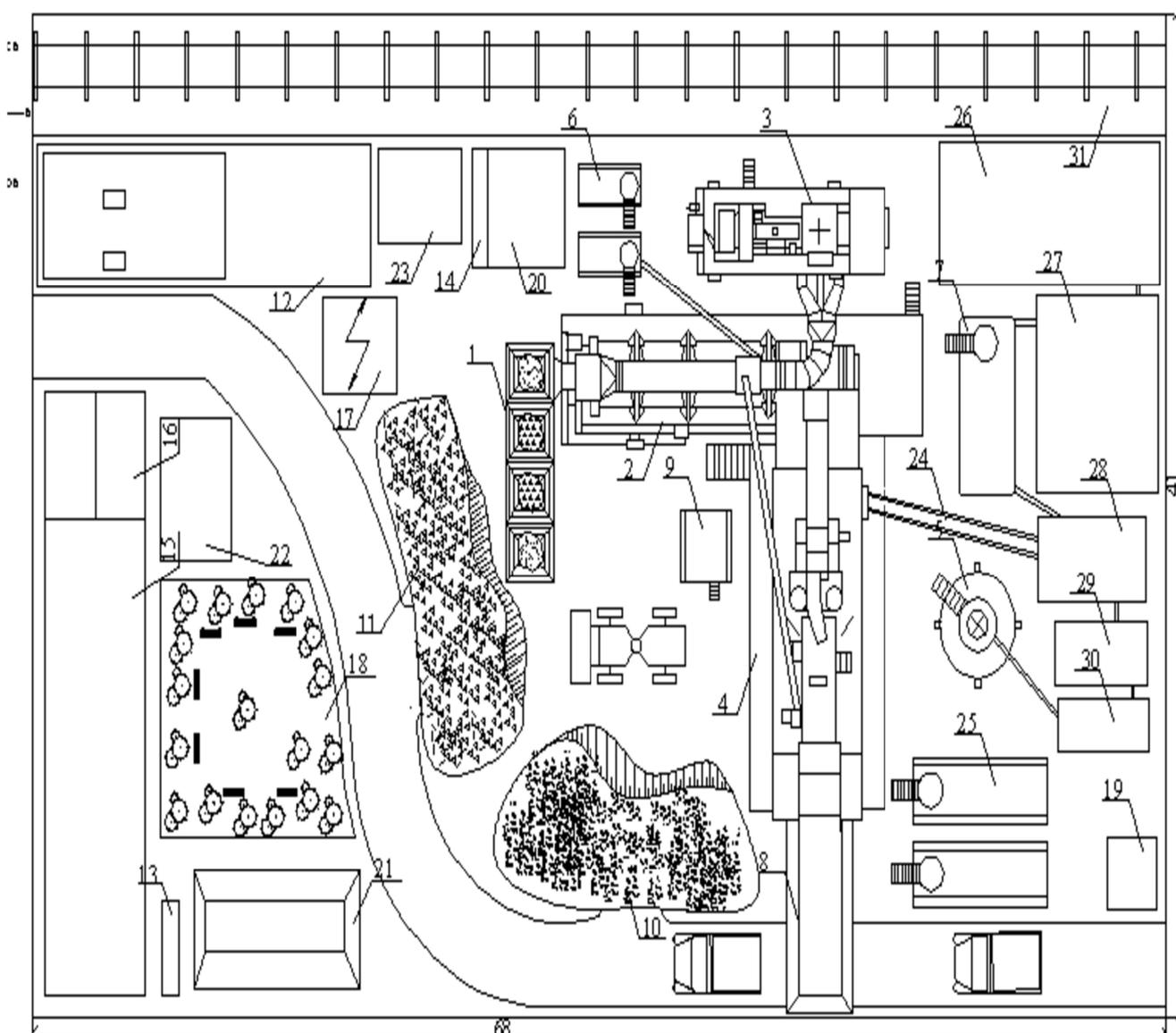


Рис.18 . Генеральный план АБЗ комплексного типа

1-агрегат питания, 2 –сушильный агрегат, 3-пылеулавливающий агрегат, 4- смесительный агрегат,

5- агрегат минерального порошка, 6 –топливный бак, 7-расходная емкость битума, бункер готовой смеси, 9-кабина управления, 10-склад песка, 11-склад щебня, 12- склад ГСМ, 13-туалет, 14 – пожарный сарай, 15-котельная, 16-гардероб и душ, 17- трансформатор, 18- площадка отдыха, 19- охрана, 20-ремонтная мастерская, 21-контора, передвижной контрольный пункт, 23- лаборатория, 24-битумопровод, 25-пожарные цистерны, 26-битумохранилище, 27-агрегат обезвоживания и нагрева битума, 28- сушильный барабан, 29-горячий бункер, 30- смесительный бункер, 31-железная дорога.

### **3. Устройство и назначение основных узлов и расположение их на АБЗ.**

В состав асфальтобетонной установки входят:

1. Агрегат питания.
2. Сушильный агрегат.
3. Пылеулавливающие агрегаты.
4. Агрегат минерального порошка.
5. Смесительный узел.
6. Бункер готовой смеси.
7. Обогреваемые битумные цистерны.
8. Топливный бак.
9. Кабина управления.

Хранение материалов на АБЗ осуществляется на складах:

- Открытые площадки (щебень, песок)
- Навесы (лес, сталь, оборудование)
- Закрытые склады (минерального порошка)
- Специальные склады для хранения пожароопасных материалов ГСМ

Транспортирование материалов осуществляется: щебня, песка – бульдозерами, экскаваторами; минерального порошка- шнеками, виброконвеерами, аэрожелобами., для транспортирования битума используют насосы и трубопроводы.

Агрегаты питания - это бункерные установки, связывающие между собой склады холодных сыпучих материалов и основное оборудование для приготовления асфальтобетонных смесей. Агрегаты предназначены для непрерывного предварительного и окончательного дозирования песка и щебня в соответствии с заданным составом приготавливаемой смеси и равномерной подачи их в сушильный барабан. Точность предварительного дозирования регулируется скоростью ленточного транспортера и размером выходной щели питателя.

Сушильный агрегат независимо от вида асфальтосмесительной установки и ее производительности состоит из сушильного барабана, систем подачи топлива и воздуха. В асфальтосмесительных установках применяют сушильные барабаны с противоточным движением просушиваемого материала и теплоносителя.

В процессе приготовления асфальтобетонной смеси основными источниками пыли являются сушильные барабаны, грохоты, элеваторы для горячего песка и щебня, а также минерального порошка. Выброс пыли из сушильного барабана составляет в среднем 2-3,5% от общего количества просушенного материала.

Система пыли и газоочистки включает в себя 3 ступени:

1-улавливаются крупные частицы дыма и собираются в отдельный бункер,  
2- с помощью циклонов удаляются мелкие частицы 3-мокрая очистка.

Не столько страшна сама пыль, сколько ее токсичность. Например, если используется щебень или отсеvy дробления доломита или известняка, то пыль малотоксичная. А если применяется гранитный щебень, то токсичность пыли более высокая. Частицы с размером 20 мкм вряд ли преодолеют расстояние от места источника 300-400 м, то есть не выйдут за пределы санитарно-защитной зоны. А вот частицы 5 мкм (микрон) и менее могут преодолеть расстояние в несколько километров и более и оказаться в воздухе населенных пунктов. Циклоны не улавливают легочную пыль вообще. Из достаточно эффективных пылеулавливающих аппаратов на АБЗ можно применить аппарат мокрой очистки – скруббер Вентури и аппарат сухой очистки тканевый фильтр. Труба Вентури состоит из трех деталей: конфузора (сужения), горловины и диффузора (расширения). У Вентури эффективность улавливания легочной пыли около 80%

Агрегат минерального порошка предназначен для приема из стационарных складов АБЗ или автоцементовозов, временного хранения и подачи минерального порошка в расходный бункер смесительного агрегата или непосредственно в смеситель.

Перемешивание смеси происходит в смесительной установке. Длительность перемешивания зависит от типа смесителя и вида приготавливаемой асфальтобетонной смеси (60-80 сек). Смесительный агрегат состоит из:

элеваторов – для вертикального перемещения и подачи горячих каменных материалов, минерального порошка и пыли в сортировочное устройство или смеситель;

сортировочных устройств- для разделения просушенных и нагретых каменных материалов на фракции и кратковременного хранения их в количестве, достаточном для бесперебойной работы дозаторов и смесителя;

дозаторов-устройств, для отмеривания исходных продуктов;

смесителей – для смешивания входящих в состав смеси каменных материалов с органическим вяжущим;

Бункеры готовой смеси- предназначен для приема, кратковременного хранения и выдачи готовой смеси, позволяющий в течении определенного времени обеспечить непрерывную и равномерную работу асфальтосмесительной установки при отсутствии транспортных средств.

Энергетические узлы:

- электротрансформаторы с системой электропроводов;

- газогенераторная установка, предназначена для подачи тепла в битумохранилище.

#### **4. Технология приготовления а/б смеси. Контроль качества за материалами и готовой продукцией на АБЗ**

Конструкция асфальтосмесительных установок позволяет выполнять следующие операции технологического процесса:

1.Предварительное дозирование холодных и влажных каменных материалов в агрегате питания;

2. просушивание и нагрев каменных материалов до рабочей температуры (200-210°C) в сушильном барабане и подачу их к грохоту смесительного агрегата;
3. Сортировку нагретых каменных материалов на четыре фракции (0-5; 5-10; 10-20; 20-40 мм), временное хранение их в «горячем» бункере, дозирование и выдачу их в смеситель;
4. трехступенчатую очистку выходящих из сушильного барабана дымовых газов от пыли в предварительной системе очистки, циклонах сухой пылеочистки и в мокром пылеуловителе - скруббере «Вентури» или очистку в рукавных фильтрах - выбросы пыли составляют при этом не более 20 мг/м<sup>3</sup>;
5. использование уловленной пыли путем подачи ее в отсек «пыли» бункера смесительного агрегата или на дозирование совместно с минеральным порошком;
6. прием минерального порошка из автоцементовозов, дозирование и выдачу в смеситель;

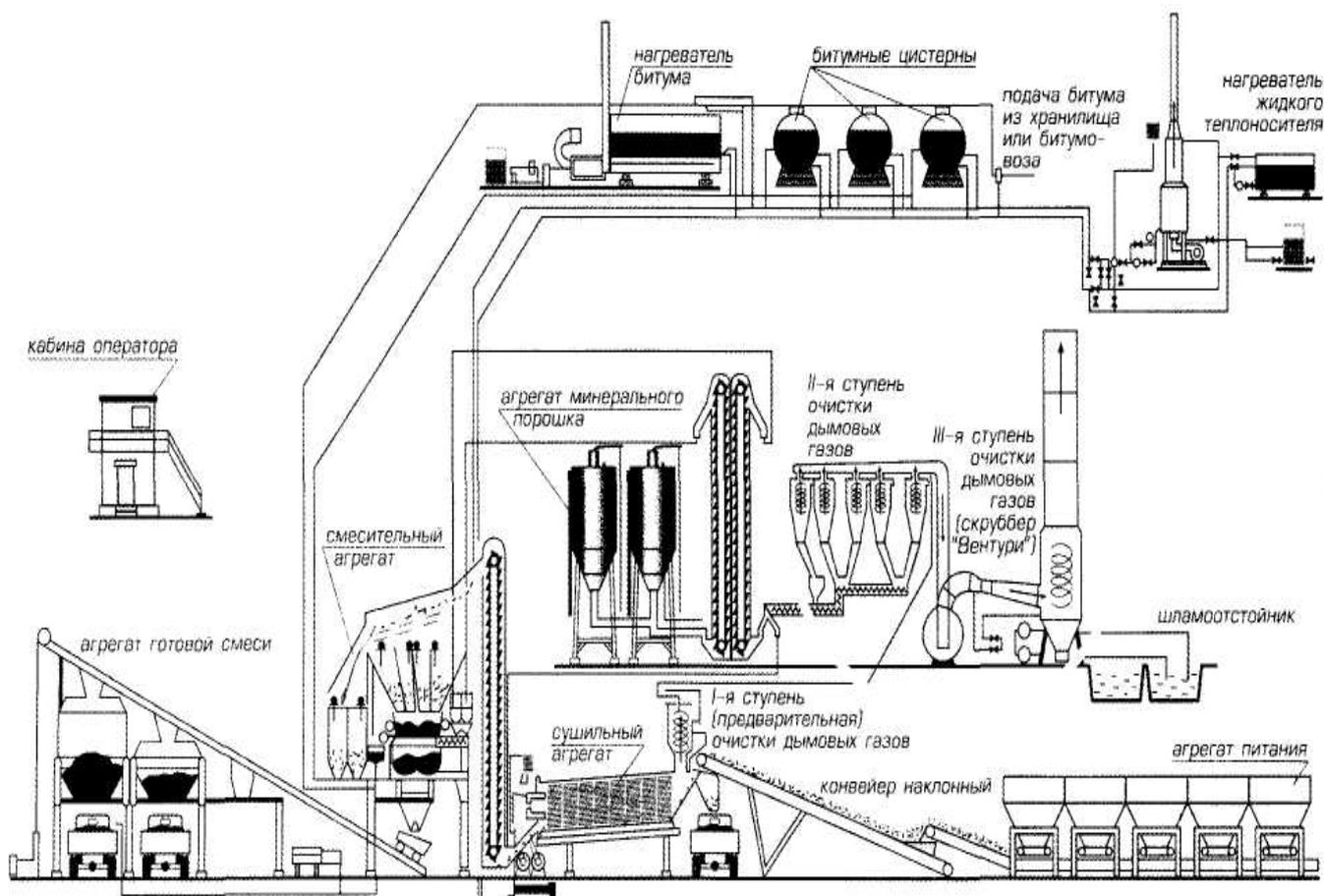


Рисунок 19. Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси.

7. прием битума из битумовозов (или склада битума), временное хранение и нагрев его в битумных цистернах до рабочей температуры (100-105°C ???), дозирование и подачу в смеситель;
8. выдачу смеси в автосамосвал или подачу ее скиповым подъемником в бункера готовой смеси;
9. обогрев битумных коммуникаций и насосов горячим маслом, нагретым в змеевике нагревателя битума.

## 5. Особенности приготовления литого асфальта, щебеночно-мастичного

## асфальтобетона (ЩМА)

В состав литого асфальта входят те же компоненты, что и в состав классического асфальтобетона, но пропорции другие:

- вяжущее – битум, 8-10% от общей массы;
- заполнители – щебень и песок, фракция щебня подбирается в зависимости от запланированных эксплуатационных условий;
- минеральный порошок (20-30%);
- добавки поверхностного действия.

Использование для литого асфальтобетона особо вязких сортов битума приводит к тому, что для смешивания составляющих требуется нагрев смеси до высокой температуры. Но излишний нагрев может оказать влияние на свойства продукта, поэтому желательно нагрев делать минимально возможным:

- температура битума должна быть 160-180оС;
- минеральные составляющие нагревают до 190-240оС;
- температура готовой смеси получается 200-220оС, хотя это и считается чрезмерным.

В специальных нагреваемых котлах-кохерах смесь при постоянном перемешивании привозится на место укладки. Состав смеси приближается к суспензии, так что расслоение не исключено. Если смесь в процессе доставки не перемешивать, опасность расслоения увеличивается, и литой асфальт становится негодным.

Приготовленный материал: жидкий, подвижный, легко распределяющийся по базовой поверхности. Его разравнивают вручную или с помощью специальной установки. Залитый материал при остывании образует прочное и долговечное покрытие, которое отличают: высокая водонепроницаемость, трещиностойкость, экологичность, невосприимчивость к высоким температурам. Оно не разрушается из-за воздействия соли или других противогололедных реагентов. Литой асфальт часто применяется при строительстве мостов, благодаря его способности выдерживать динамические нагрузки. Еще одно преимущество этого материала – возможность укладывать в зимних условиях – при температурах до -10°С. Срок службы покрытия – 20 и даже 30 лет без ремонта, если технология приготовления и укладки смеси не нарушалась.

В зависимости от модифицирующих добавок, которые используют для производства литого асфальта, выделяют 4 его типа:

1. гусасфальт – стандартный литой асфальтобетон без добавок.
2. эпоксиасфальт – литой асфальтобетон с эпоксидной смолой.
3. сероасфальтобетон – асфальтобетон с добавлением технической серы.
4. резинобитумный асфальтобетон – с резиновой или каучуковой крошкой.

Литой асфальтобетон обладает рядом преимуществ перед другими напольными и дорожными поверхностями. Среди них можно перечислить следующие:

- небольшая масса;
- высокая водонепроницаемость;
- повышенная долговечность, обеспеченная высокой износостойкостью (срок эксплуатации до 30 лет);

- устойчивость к солям и химикалиям;
- возможность повторного использования почти в полном объеме при реконструкции дороги при минимальном добавлении новых материалов;
- высокая плотность, которая снижает негативное влияние больших нагрузок;
- морозоустойчивость (литое покрытие не промерзает, не трескается, не образует ям и выбоин);
- возможность круглогодичной укладки независимо от окружающей температуры (минимальная температура укладки обозначается как  $-10^{\circ}\text{C}$ , и связана она не со свойствами асфальтобетона, а с некомфортными условиями работы для человека);
- идеально подходит для укладки на сложных рельефах;
- высокая экологичность – не содержит вредных для окружающей среды и человека примесей;
- устойчивость к гниению.

В отличие от бетонного покрытия на литом асфальтобетоне в процессе эксплуатации практически не образуется пыли, поэтому нет необходимости постоянно наносить обеспыливающие средства, а это, в свою очередь, существенно сокращает затраты на уборку.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон был разработан в 60-х годах в Германии и в настоящее время нашел широкое применение во многих странах при устройстве верхних слоев дорожных покрытий.

Зерновой состав ЩМА включает высокое содержание фракционированного щебня (70-80% по массе) с улучшенной (кубовидной) формой зерен с целью создания максимально устойчивого минерального остова в уплотненном слое покрытия. Сдвигоустойчивость покрытия из ЩМА, характеризующая сопротивление колееобразованию, обеспечивается, главным образом, требуемым значением коэффициента внутреннего трения. Поэтому в песчаной части смеси применяется исключительно песок из отсевов дробления горных пород, так как природный песок снижает коэффициент внутреннего трения. Кроме того, высокое содержание крупной фракции каменного материала в ЩМА позволяет получить шероховатую поверхность покрытия и обеспечить требуемые значения коэффициента сцепления колеса с покрытием.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон готовили в смесительных установках периодического действия, путем смешивания в нагретом состоянии щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка и битума, а также стабилизирующей добавки в виде

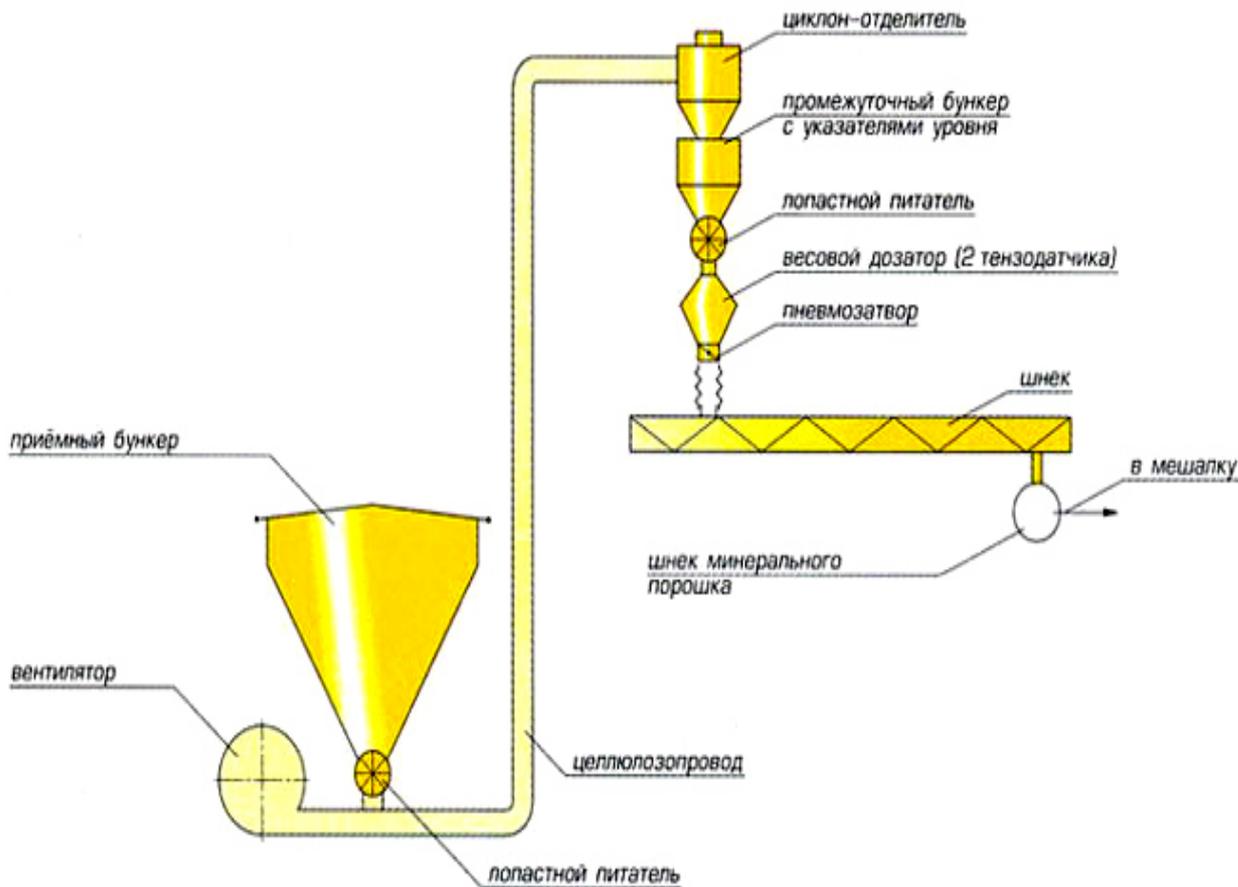


Рисунок 20 Агрегат целлюлозной добавки

пропитанных битумом и спрессованных гранул из волокон целлюлозы. Стабилизирующие добавки вводят в смеситель АБЗ на разогретый каменный материал до или вместе с минеральным порошком, производя "сухое" перемешивание в течение 15-20 секунд. При последующем перемешивании смеси с битумом стабилизирующая добавка равномерно распределяется в объеме асфальтового вяжущего вещества. Вводимый в смеситель стабилизатор дозируется вручную или при использовании системы объемного дозирования (рис.20)

Еще одним вариантом дозирования стабилизатора является использование линии подачи в смеситель старого асфальтобетона, являющейся штатным оборудованием на современных смесительных установках.

Спецификой смеси ЩМА является, в частности, более высокая, по сравнению с обычными асфальтобетонными смесями, температура приготовления 140-175<sup>0</sup>С. Это связано с температурной чувствительностью смеси и с тем, что ЩМА укладывается в основном тонкими слоями, склонными к быстрому охлаждению.

## 6. Переработка старого асфальтобетона (регенерация) на АБЗ.

Регенерация материала старого покрытия на АБЗ позволяет:

- использовать весь снятый с дороги асфальтобетон;
- широко применять добавки каменных материалов, битума и пластификаторов при регенерации;

- получать готовую смесь заданного качества и укладывать ее на участках дорог с соответствующей интенсивностью движения;
- экономить энергию и материальные ресурсы (по опыту строительства в США стоимость ремонта уменьшается на 20 – 30%).

Зарубежный опыт показывает, что экономия материалов может составлять до 50%. Кроме перечисленных достоинств регенерация асфальтобетона на заводе позволяет:

- повысить конструктивную прочность дорожного покрытия без увеличения его толщины;
- исключить необходимость переустановки бордюрного камня, люков колодцев и др. (в городских условиях);
- сохранить прежнюю высоту габарита проезда для транспортных средств под мостами, эстакадами, путепроводами.

Технология использования старого асфальтобетона для приготовления на заводах новых асфальтобетонных смесей включает в себя следующие операции:

1. снятие с полотна дороги изношенного, асфальтобетона;
2. транспортировку материала на АБЗ;
3. дробление асфальтобетона (снятого не фрезой);
4. разогрев и перемешивание старого асфальтобетона в специальных установках с добавлением (без добавления) новых минеральных материалов, битума и пластификатора.

Технология заводской переработки старого асфальтобетона определяется типом асфальтосмесительной установки, а также способом нагрева старого асфальтобетонного материала. Основной задачей технологического процесса регенерации является снижение влияния высокой температуры на свойства вяжущего в старом асфальтобетоне.

По способу нагрева старого асфальтобетона технологию заводской переработки можно разделить на 4 группы:

- с прямым нагревом старого асфальтобетона;
- с нагревом от перегретого каменного материала;
- с косвенным нагревом;
- с нагревом в горячей жидкой среде.

Для получения регенерированной асфальтобетонной смеси используют смесительные установки периодического действия и барабанные смесительные установки непрерывного действия.

При регенерации асфальтобетона в смесительных установках периодического действия процесс нагревания старого асфальтобетона осуществляется в основном за счет теплообмена с перегретыми минеральными материалами. Преимущество такой технологии заключается в возможности использования существующих смесительных установок без их переоборудования или с незначительной доработкой. Подачу асфальтовой крошки осуществляют непосредственно в смеситель, либо к минеральным материалам, прошедшим через сушильный барабан. При этом, максимальное количество старого материала при использовании данной технологии не превышает 20...30 % от массы регенерированной смеси.

Для регенерации старого асфальтобетона могут применяться барабанные смесители с дополнительной камерой нагрева. Количество перерабатываемого этим способом асфальтобетона составляет 50...60 % от общей массы регенерированной смеси. Данный метод предусматривает отдельную подачу материалов. Минеральные материалы подаются во внутренний барабан, где нагреваются до 150...220 °С открытым пламенем, а старый асфальтобетон поступает в промежуток между внутренним и наружным барабаном, где осуществляется косвенный нагрев без открытого пламени. Пройдя внутренний барабан, перегретые минеральные материалы перемешиваются со старым асфальтобетоном и вяжущим.

Аналогичный принцип используется при переработке асфальтобетона в сдвоенных барабанных смесителях. В этом случае первый смеситель предназначен для нагрева и перемешивания новых материалов, а второй — для нагрева старой смеси и ее перемешивания с минеральными материалами и битумом. При этом нагрев во втором барабане осуществляется за счет подведения горячих газов из первого барабана.

Конструктивной особенностью барабанных смесителей, обеспечивающих косвенный нагрев старого асфальта, является наличие теплообменных труб, по которым поступает нагретый горелкой воздух. За счет отсутствия непосредственного контакта пламени и материала, в таких установках обеспечивается возможность приготовления смесей, включающих до 100 % старого асфальтобетона. Недостатком таких установок является существенное снижение производительности за счет более низких температур и необходимости увеличения времени регенерации

## **7. Автоматизация технологических процессов АБЗ и контроль качества.**

В современных асфальтосмесительных установках все основные операции (дозирование компонентов, время перемешивания, выгрузка готовой смеси и т.д.) могут быть полностью автоматизированы. В этом случае за процессом приготовления смеси оператор наблюдает из закрытой кабины, оборудованной пультом управления. Устаревшие установки можно модернизировать.

Отечественный производитель «КРЕДШМАШ» предлагает модернизировать АСУ ДС-117 и ДС-158, так как они морально и технически устарели и довести их до уровня ДС-185. С этой целью производитель предлагает установить следующее оборудование

- узел для точного дозирования материалов;
- компьютеризировать кабину управления;
- узлы для использования старого асфальта;
- установки для приготовления битумной эмульсии;
- установки для приготовления ПБВ (полимер-битумного вяжущего);
- устройство подачи и дозирования целлюлозного волокна и гранул;
- установка для приготовления цементных смесей;
- экологическая система сухой очистки газов;
- накопительный бункер готовой а/б смеси;

- бункер для минерального порошка;
- автоматические котлы для нагрева битума;
- автоматические котлы для нагрева битума;
- печь для разогрева битума расфасованного в бочки;
- универсальные горелки модельные;
- виброгрохот промышленного назначения для минеральных материалов

При приготовлении асфальтобетонных смесей контролируют: качество всех компонентов, температурный режим подготовки битума, температуру нагрева минерального материала, температуру готовой асфальтобетонной смеси, качество готовой асфальтобетонной смеси.

Контроль делится на 3 этапа: входной, операционный и приемочный.

При входном контроле устанавливают соответствие качества исходных материалов в каждой поступившей на асфальтобетонный завод партии требованиям действующих нормативно-технических документов.

Операционный контроль составляющих материалов осуществляют не реже 1 раза в 10 смен с определением следующих показателей: зернового состава для щебня, песка, отсевов дробления и минерального порошка; содержание пылевидных и глинистых частиц для щебня и песка; влажность для не активированного минерального порошка; гидрофобность для активированного минерального порошка. Для проведения испытаний пробы материалов отбирают со склада. Контроль качества битума включает в себя определение глубины проникания иглы при 25<sup>0</sup>С и температуры размягчения по «Кольцу и Шару».

Для проведения испытаний отбирают пробы битума из каждого рабочего котла 1 раз в смену.

В процессе приготовления асфальтобетонных смесей постоянно осуществляют контроль температурного режима. Контролируют как температуру нагрева исходных материалов, так и температуру готовой смеси. При наличии приборов, фиксирующих указанные параметры, показания снимаются с приборов, а при отсутствии последних производится измерение температур с помощью термометра.

Кроме того, в процессе приготовления следует контролировать установленное для каждого вида смеси время перемешивания.

При приемочном контроле качества готовой смеси контролируют температуру выпускаемой смеси в кузове каждого автомобиля непосредственно после выпуска смеси из смесителя. В том случае, когда АБЗ оборудован бункером- накопителем, температуру смеси измеряют после выгрузки смеси из бункера в кузов автомобиля.

Для контроля качества отбирают одну пробу от каждой выпущенной партии, при этом партией считается количество асфальтобетонной смеси одного состава, выпущенное на одной АСУ в течение одной смены, но не более 600 тонн (ГОСТ 9128).

Отбор проб следует начинать не ранее, чем через 30 минут после начала выпуска смесей. Для испытаний следует отобрать одну объединенную пробу, которая составляется из трех-четырех точечных проб, тщательно перемешанных между собой. Точечные пробы отбирают с интервалом 20-30 мин, в зависимости от производительности установки (ГОС 12801).

### Тема 3.4 Цементобетонные заводы

#### Вопросы:

1. Классификация заводов и особенности их размещения
2. Основные узлы и агрегаты ЦБЗ их расположение на генплане ЦБЗ.
3. Технологическая схема приготовления ц/б смеси.
4. Транспортирование ц/б смеси.
5. Особенности организации складов каменных материалов.

**Цель:** формирование ПК 2.1. Участвовать в организации работ в организациях по производству дорожно-строительных материалов.

#### 1.Назначение и классификация ЦБЗ

Цементобетонный завод (ЦБЗ) – смонтированный комплекс технологического, энергетического и вспомогательного оборудования, предназначенного для выполнения операций по приготовлению бетонных смесей.

##### Классификация ЦБЗ:

1.При строительстве автомобильных дорог с цементобетонным покрытием различают два типа бетонных заводов: прирельсовые и притрассовые ЦБЗ.

2. В соответствии с организацией процессов приготовления:

- с законченным циклом (цементобетонная смесь затворенная водой)
- незаконченным циклом (сухая отдозированная смесь)

3.По принципу рабочего технологического оборудования:

- циклические
- непрерывные

4.По мощности:

- малой мощности 70-100 м<sup>3</sup> /смену
- крупной мощности до 700 м<sup>3</sup> /смену

По компоновке технологического оборудования башенного и партерного типов.

#### 2.Основные узлы и агрегаты ЦБЗ

В состав установок по приготовлению ц/б смесей входят следующие основные узлы: дозировочный блок для каменных материалов, дозатор цемента, расходный бункер цемента, смесительный блок, наклонный конвейер, блок водопитания и блок управления.

К складам цемента предъявляются особые требования, обусловленные свойствами цемента. Цемент активно реагирует на действие влаги и воздуха, поэтому его склады должны иметь надежную пароизоляцию стен и потолка, предохраняющую от проникания наружного воздуха, и гидроизоляцию пола, предохраняющую от поступления грунтовых вод.

Цемент при длительном хранении способен к самоуплотняться (слеживаться), т. е. увеличивать объемную массу (от 14-1,2 т/м<sup>3</sup> в насыпном состоянии до 1,5-7-1,7 т/м<sup>3</sup> в слежавшемся). Кроме того, при хранении со временем цемент теряет свою активность (примерно 10-7-20% через 3-г-4 мес. и 25-30% через год).

Транспортирование на ЦБЗ щебня, песка, цемента осуществляется по технологическим схемам. Средства транспортирования те же, что и для АБЗ. Цемент транспортируется как минеральный порошок.

Дозаторы по принципу действия делятся на объемные и весовые. Первые просты по конструкции, но точность дозирования невысокая, так как песок и другие заполнители из-за различной влажности и разрыхленности имеют различную объемную массу.

Весовые дозаторы могут быть циклического (порционного) и непрерывного дозирования. При циклическом дозировании отмеряются определенные порции материала по массе. При непрерывном дозировании материал подается непрерывным потоком, причем количество материала в потоке все время поддерживается постоянным.

Смесители бывают циклического и непрерывного действия, неавтоматизированные и автоматизированные. В установках циклического действия бетонную смесь готовят отдельными порциями — замесами.

Бетономешалки в основном применяются со свободным перемешиванием, в которых материалы, составляющие смесь, поднимаются вверх лопастями, укрепленными на внутренней поверхности смесительного барабана, перемешиваясь при свободном падении.

В установках непрерывного действия дозирование и перемешивание компонентов смеси осуществляются непрерывным потоком, в бетономешалках с принудительным перемешиванием — лопастными валами, вращающимися навстречу друг другу.

### 3. Технологическая схема приготовления ц/б смеси.

Основным технологическим процессом на ЦБЗ, обеспечивающим выход готовой продукции, является приготовление цементобетонной смеси. Этот процесс складывается из следующих операций: сортировки каменных материалов по фракциям; дозирования каменных материалов и цемента; перемешивания каменных материалов с цементом, водой и химическими добавками. Все эти операции производятся в смесительном цехе, оборудованном смесительными установками.

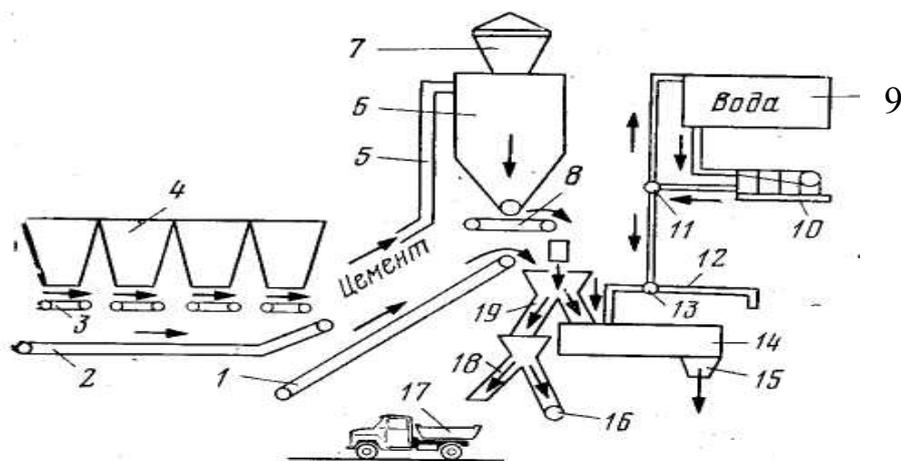


Рисунок 21.

Бетоносмесительная установка непрерывного действия.

1-наклонный ленточный транспортер; 2- горизонтальный сборный транспортер; 3-дозатор по массе непрерывного действия; 4-дозировочный блок; 5-транспортер цемента; 6-расходный

бункер цемента; 7-фильтр; 8-дозатор цемента по массе; 9-расходный бак с водой; 10- насос – дозатор воды; 11,13- система трубопроводов с трехходовыми кранами; 12- рукав для отвода воды; 14- смеситель;15- копильник.

Процесс приготовления цементобетонной смеси состоит из следующих операций:

- сортировки каменных материалов по фракциям;
- дозирования каменных материалов и цемента;
- перемешивания каменных материалов и цемента с водой.

Основной технологической операцией при приготовлении цементобетонной смеси является перемешивание компонентов. Эффективность перемешивания зависит от вида бетонной смеси, ее подвижности, последовательности перемешивания, типа смесителя.

По способу перемешивания смеси бывают с принудительным перемешиванием (для жестких бетонных смесей) или со свободным (гравитационным) смешиванием (для пластичных бетонных смесей).

Приготовление жестких бетонных смесей осуществляется в бетоносмесителях принудительного перемешивания. Основным рабочим органом этих бетоносмесителей служит горизонтальная вращающаяся чаша, внутри которой имеются лопасти, вращающиеся в сторону противоположную вращению чаши. В этих смесителях частицы перемешиваемых материалов совершают сложные движения, благодаря чему достигается эффективное перемешивание жестких смесей. Выгрузка бетонной смеси осуществляется через люк в днище чаши.

Бетоносмесители непрерывного действия имеют цилиндрический барабан с лопастями на внутренней поверхности, расположенными по винтовой линии. За счет этого при вращении барабана материалы перемещаются к выходному отверстию и тщательно перемешиваются. В зависимости от подвижности (жесткости) бетонной смеси, объема и типа смесителя время перемешивания составляет 1-5 мин.

Хорошее качество перемешивания может быть достигнуто при следующей последовательности подачи компонентов смеси. Вначале перемешивают щебень с частью воды. После тщательного предварительного перемешивания подают цемент, затем оставшееся количество воды и песок. Различные химические добавки вводят с водой.

Продолжительность перемешивания сокращается, если вначале щебень, песок и цемент перемешивать сухими, а потом добавлять воду. Если время перемешивания будет сокращено на 10% и более, то прочность цементобетона значительно снизится. Длительность перемешивания выше оптимальной лишь незначительно повышает прочность, но при этом снижается производительность смесительной установки.

Для получения смесей высокого качества при использовании каменных материалов более мелких фракций время перемешивания необходимо увеличивать на 20ч-30%.

Основная тенденция современной технологии цементобетонной смеси — интенсификация перемешивания, т. е. повышение однородности смеси не только

в макро-, но и в микроструктуре; активация поверхности компонентов позволяет повысить физико-механические свойства бетонов.

Весьма важным при приготовлении бетонных смесей является контроль качества, который ведется тремя ступенями: контроль поступающих материалов, контроль технологического процесса, контроль готовой продукции.

Контроль качества щебня, песка, цемента и воды производится заводской лабораторией по соответствующим ГОСТам и техническим правилам. В технологическом процессе контролируется точность дозировки компонентов, степень заполнения смесителя, длительность перемешивания, температурный режим и т. д. Особое внимание должно уделяться контролю качества готовой продукции.

#### **4.Транспортирование ц/б смеси.**

В настоящее время транспортирование бетонной смеси осуществляется, в автомобилях-самосвалах, автобетоновозах и автобетоносмесителях.

Использование автомобилей-самосвалов для перевозок бетонной смеси в ряде случаев связано с дополнительными затратами вследствие потери смеси в пути, снижения ее качественных показателей и необходимости применении ручного труда при выгрузке и зачистке кузова автомобиля-самосвала.

В целях сохранения качества готовых смесей при транспортировании на дальние расстояния применяются автобетоновозы и автобетоносмесители.

Автобетоновоз является более экономичным видом транспорта, чем автобетоносмеситель. Он отличается от автомобиля-самосвала, как правило, формой кузова, способствующей лучшему сохранению качества бетонной смеси при транспортировании.

Основные части автобетоновоза: кузов, надрамник, крышка, гидравлическое опрокидывающее устройство, механизм возврата кузова и держателя запасного колеса.

Автобетоносмесители предназначены для транспортирования отдозированных компонентов бетонной смеси, приготовления бетонной смеси в пути следования или на дорожно-строительном объекте, доставки готовой смеси и выдачи ее потребителю. Автобетоносмесители рассчитаны на работу при температуре окружающего воздуха не ниже 0°С.

#### **5.Особенности организации складов каменных материалов.**

На цементобетонном заводе организуют склады песка, щебня (гравия). Запасы материалов на складах должны гарантировать бесперебойную работу завода. Согласно строительным нормам и правилам, нормативные запасы на складах цементобетонных заводов принимают при дальнем расстоянии камнедробильного завода (1000 км) - 30, среднем (500 км) - 20 и близком (50...100 км) - 8 суток. Доставку материалов на склад чаще всего осуществляют железнодорожным, автомобильным и реже водным транспортом. Склады различают по материалам, вместимости и способу разгрузки. Разгрузку щебня, доставляемого на завод железнодорожным транспортом (автомобилями-самосвалами), осуществляют гравитационным способом (под действием силы тяжести), сталкиванием и черпанием. Эффективна гравитационная разгрузка из саморазгружающихся вагонов, автомобилей-самосвалов, самоходных землевозов.

При этом способе разгрузки заполнители выгружают путем наклона кузова или опрокидывания вагона, а также через люки полувагона (бункерного типа). В бункерных вагонах, оборудованных люками, остатки невыгружаемых материалов достигают 15...20 %, поэтому для полной выгрузки требуются дополнительные устройства (малая механизация) или ручная очистка.

Для выгрузки сыпучих материалов из крытых вагонов применяют самоходные разгрузчики на гусеничном ходу, рабочим органом которых является элеватор с подгребающими шнеками. Выгрузку такого материала из дверного проема вагона и штабелирование осуществляют ленточным конвейером. Распространенными типами складов щебня, гравия, песка являются эстакадно-траншейный, с бункерной эстакадой.

В состав заводов по выпуску цементобетонной смеси входят складские помещения для хранения цемента. Стоимость цемента составляет около 70 % от стоимости составляющих цементобетонную смесь материалов. На каждую партию цемента потребителю должен быть выдан заводской паспорт. Складское хозяйство должно быть организовано так, чтобы каждый сорт и марка цемента с указанием завода-изготовителя хранились в отдельных бункерах или силосах склада. Наиболее экономичным способом хранения цемента принято считать силосы, которые могут быть разной геометрической формы. Предпочтение следует отдавать цилиндрическим стальным силосам

**Литература: [1] §104-106; [5] стр. 40-48., [13] стр.227-228**

### **Тема 3.5 Базы и установки для обработки грунтов вяжущим**

#### **Вопросы:**

1. Классификация баз.
2. Основные узлы и агрегаты баз.
3. Технологическая схема приготовления ц/б смеси.

#### **1.Классификация баз.**

База для укрепления грунта вяжущим - смонтированный комплекс технологического, энергетического и вспомогательного оборудования, предназначенного для приготовления грунтоцементных смесей. По месту расположения различают два типа предприятий с размещением на прирельсовой базе или в притрассовом грунтовом карьере.

#### **2.Основные узлы и агрегаты баз**

Прирельсовые базы для обработки грунтов вяжущими организуются чрезвычайно редко и включают в свой состав:

- склады песчано-гравийной смеси, состоящие из прирельсовых устройств для разгрузки железнодорожных вагонов и укладки материалов в штабеля, машин и устройств для загрузки каменных материалов из штабелей в расходные бункеры грунтосмесительной установки;

- склады цемента, состоящие из приемных устройств, разгрузчиков вагонов, оборудования для транспортирования цемента на склады и от них в расходные емкости грунтосмесительных установок;
- грунтосмесительные установки с расходными бункерами для грунтов различного типа и цемента, оборудованием для дозирования и перемешивания грунтов с цементом, выдачи готовой смеси в накопительные бункеры и транспортные средства;
- вспомогательные отделения - электростанции или трансформаторные подстанции, парокотельные и компрессорные установки, устройства водоснабжения и канализации, служебные и бытовые помещения.

В России на объектах дорожного строительства широко используются грунтосмесительные установки ДС-20А, ДС-50Б, ДС-50Б-1 непрерывного действия с принудительным перемешиванием материалов ОАО «Кредмаш» (Украина).

Установка ДС-50-А рассчитана на дозирование пяти компонентов смеси: грунт, цемент, сыпучие добавки (известь, гипс, зола и т.д.), битум, вода, или специальные неагрессивные водные химические добавки; перемешивание и выдачу смеси в автотранспортные средства.

Основные узлы установки: агрегат питания, дозатор цемента и сыпучих материалов, транспортер, смесительный агрегат, накопительный бункер, установка битумного и водяного насосов, кабина управления с тележкой и электрооборудованием.

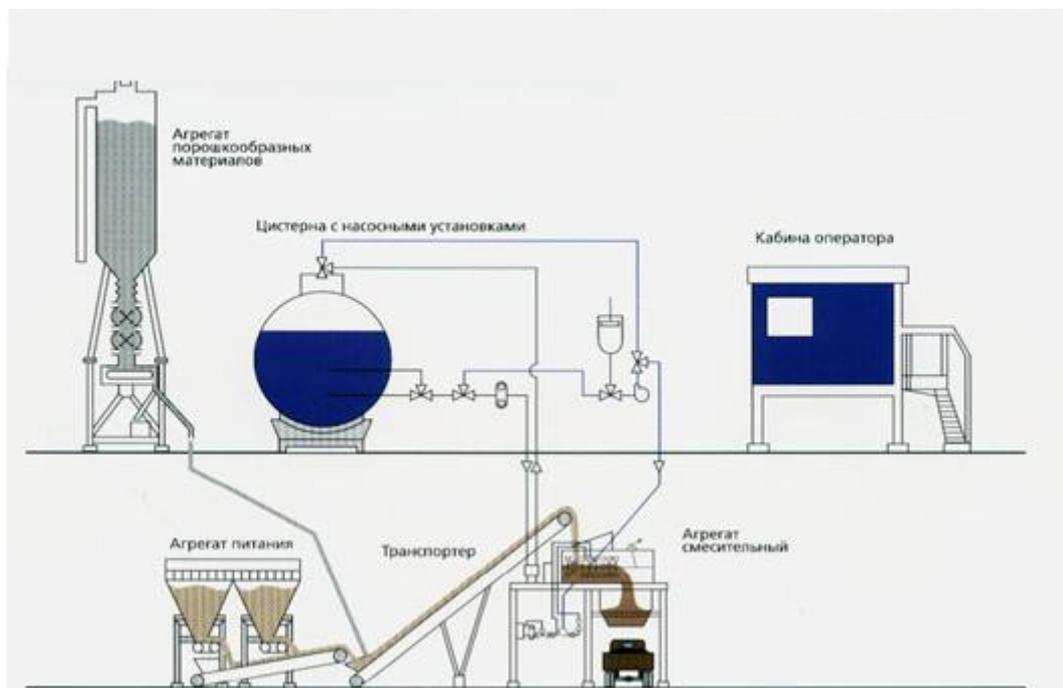
Производительность установки ДС-50А зависит от крупности обрабатываемого материала. Например при обработке цементом каменных материалов производительность установки может достигать 140-170 т/ч, при обработке крупнозернистых песков – до 110 т/ч, а при обработке легкой пылеватой супеси – не более 70 т/ч. Дальнейшее увеличение содержания пылеватых и глинистых частиц приводит к снижению производительности установки до 30-40 т/ч. При наличии в составе грунта глинистых частиц целесообразно вводить в смесь не более 60% требуемого количества воды в целях устранения возможного залипания.

Агрегат питания предназначен для приема и непрерывного дозирования грунта в соответствии с заданной рецептурой.

Дозатор цемента и сыпучих материалов предназначен для приема, дозирования и выдачи их на ленту транспортера под слой грунта.

Смесительный агрегат со смесителем непрерывного действия предназначен для приема грунта и порошкообразных материалов, дозирования битума и воды, приготовления смеси, загрузки автотранспортных средств готовой смесью. Он состоит из блока дозаторов, блока смесителей и подкатной тележки.

Блок дозаторов состоит из полуприцепа, дозатора битума, дозаторов воды, ящика для запасных частей инструмента.



**Рис. Установка ДС-50Б для приготовления цементно-грунтовых и битумно-минеральных смесей в притрассовых карьерах:**

1-агрегат питания; 2-агрегат порошкообразных материалов; 3- транспортер; 4- смесительный агрегат; 5- цистерна с насосными установками (для воды, битума, эмульсии); 6- кабина оператора; 7- электрооборудование.

### **3. Технологическая схема приготовления ц/б смеси.**

Конструкция грунтосмесительных установок позволяет выполнить следующие операции технологического процесса:

- дозирование грунта, освобожденного от крупных (более 100мм) каменных включений, в соответствии с заданной рецептурой смеси и подачу в смеситель;
- дозирование и подачу в смеситель цемент или других сухих минеральных вяжущих материалов из расходного бункера, заполнение которого производится из цементовозов пневмотранспортом;
- дозирование и подачу в смеситель жидких вяжущих материалов или воды из промежуточной емкости;
- смешивание всех компонентов смеси и подачу готовой смеси в бункер;
- выгрузка готовой смеси из бункера в автотранспор.

### **Тема 3.6 Полигоны для изготовления железобетонных конструкций**

#### **Вопросы:**

1. Назначение заводов и полигонов изготовления элементов ж/б конструкций, их классификация.
2. Основные узлы, их расположение на плане завода.
3. Технология приготовления изделий. Формование изделий. Тепловлажностная обработка.

**Цель:** формирование ПК 2.1. Участвовать в организации работ в организациях по производству дорожно-строительных материалов.

### **1. Назначение заводов и полигонов изготовления элементов ж/б конструкций, их классификация**

При строительстве автомобильных дорог требуется большое количество сборного железобетона (звенья крупных ж/б труб, элементы пролетных строений, ограждающие тумбы, бортовые камни и т.д.), изготавливаемого на заводах и полигонах железобетонных изделий.

Полигоны для изготовления элементов ж/бетонных конструкций классифицируются:

1. По длительности работы на одном месте:

- временные
- стационарные

2. По расположению:

- прирельсовые
- притрассовые
- приобъектные

#### **Основные узлы, их расположение на плане завода.**

Все сооружения полигона на генеральном плане располагают так, чтобы длина пути перемещения материалов и количество перегрузок было минимальным.

Склады цемента располагаются вблизи бетоносмесительной установки.

Для обеспечения нормальной работы на заводе ЖБИ устанавливают следующий узлы:

1. складской (хранятся песок и щебень на открытых складах, а лес и арматура под навесом, цемент в закрытом складе).
2. транспортный
3. смесительный
4. арматурный
5. формовочный
6. тепловлажностной обработки
7. энергетический
8. склад готовой продукции.

### **3. Технология приготовления изделий. Формование изделий. Тепловлажностная обработка.**

Технологический процесс изготовления железобетонных изделий состоит из следующих операций:

- подготовка сырьевых материалов;
- приготовление бетонной смеси
- изготовление арматуры;
- чистка, сборка, смазка формы, в которую устанавливают арматуру;

- укладка бетонной смеси в форму и ее уплотнение;
- твердение отформованного изделия (обычно в условиях тепловлажностной обработки)

Изготовление ж/б изделий на полигонах осуществляется по двум основным схемам: поточно-стендовой и поточно-агрегатной.

При поточно-стендовой форма в течении всего цикла производства остается на одном месте – стенде, который представляет собой железобетонную площадку с гладкой поверхностью, разделенную полосами на отдельные технологические участки. Технологическое оборудование для выполнения отдельных операций по укладке арматуры, бетонной смеси и ее уплотнению перемещается последовательно от одной формы к другой. Твердение отформованных изделий и их распалубка после набора отпускной прочности бетоном осуществляются также на этом месте без перемещения форм.

При агрегатно-поточном способе формы при изготовлении изделий перемещаются от поста к посту краном. На каждом посту выполняются определенные работы. Преимущество агрегатно-поточного способа состоит в универсальности основного технологического оборудования (бетоноукладчики, виброплощадки и др.), поэтому при замене форм можно быстро наладить выпуск изделий новых изделий.

### **Армирование**

Армирование изделий выполняют в арматурном цехе. Армирование: обычного и предварительно напряженного железобетона.

Для армирования изделий из обычного ж/б применяют горячекатанную арматурную сталь классов А-I, А-II и низколегированную сталь А-III.

Процесс изготовления ненапрягаемой арматуры состоит из следующих операций:

Подготовка арматуры.

Сварка сеток или каркасов.

При подготовке арматурной стали производятся: ее чистка, разметка, стыкование, гнутье.

При изготовлении каркасов, стержни соединяются точечной сваркой.

Для армирования изделий из предварительно напряженного ж/б применяют горячекатанную низколегированную сталь класса А-IV, А-III, упрочненную вытяжкой.

Предварительное натяжение арматуры осуществляют разными способами – механическим, электротермическим, электротермомеханическим, химическим. Наибольшее применение получил способ механического натяжения арматуры до бетонирования конструкций. При этом способе в очищенную и смазанную форму устанавливают арматурные стержни, затем их растягивают с помощью гидродомкратов с заданным усилием, после чего концы арматуры прочно закрепляют в бортах формы, а затем бетонируют. После того как бетон набирает необходимую прочность, арматуру освобождают и она, стремясь к сжатию, обжимает бетон.

При электрическом способе натяжения арматуры через арматурные стержни на специальной установке пропускают электрический ток, при этом стержни нагреваются и удлиняются. Затем такие стержни устанавливают и закрепляют на

поддоне формы будущего изделия. В стержнях возникают растягивающие напряжения, так как они закреплены в упорах и стремятся к укорачиванию при остывании.

### **Формование**

Формование состоит из следующих операций:

- Подготовка опалубочных форм;
- Установка и закрепление арматурных сеток или каркасов;
- Укладка бетонной смеси;
- Ее уплотнение
- Отделка поверхности изделия.

Опалубочные формы изготавливаются из металла, ж/бетона, армоцемента или дерева. Формы могут быть стационарные, собираемые, переносные.

После каждого цикла формования формы очищают специальными машинами, оборудованными цилиндрическими щетками из стальной проволоки, абразивными кругами, инерционной фрезой из металлических колец. Затем формы смазывают для уменьшения прилипания бетона к металлу форм при распалубке; смазка способствует получению гладкой поверхности железобетонных изделий. Смазками для форм служат: водные и водно-масляные суспензии, машинные масла, нефтепродукты и их смеси (Масла: соляровое, веретенное автол). Готовую смазку наносят на поверхность форм обычно распылителем.

В подготовленные таким образом формы устанавливают арматурные сетки или каркасы. При изготовлении предварительно напряженных конструкций, производят натяжение арматуры, затем в форму укладывают бетонную смесь и уплотняют.

Различают следующие виды формования:

Литьем, вибрированием, центрофугированием.

Форма для ж/б изделий обязательно очищается от остатков бетона, продувается струей сжатого воздуха, и покрывается тонким слоем эмульсии.

### **Тепловлажностная обработка**

**Твердение железобетонных изделий** может происходить в **естественных условиях** при нормальной температуре и в **условиях тепловой обработки** (искусственные условия твердения). Тепловая обработка, позволяющая ускорить твердение бетонной смеси, является, неременной операцией при Заводском изготовлении железобетонных изделий.

В настоящее время применяют следующие виды тепловой обработки: а) пропаривание изделий при нормальном давлении при температуре 60—100° С); б) запаривание изделий в автоклавах, насыщенным водяным паром при давлении 0,9—1,3 МН/м<sup>2</sup> (9—13 атм) и температуре 175—191° С; в) контактный обогрев изделий; г) электропрогрев путем пропускания электрического тока через толщу бетона; д) обогрев бетона инфракрасными лучами. Кроме того, исследуется горячее формование, при котором бетонную смесь перед укладкой в форму в течение 8—12 мин разогревают электрическим током или водяным паром до температуры 75—85° С и выдерживают затем в форме в условиях термоса 4—6 ч.

Для формирования структуры бетона как уже отмечалось, особенно важным являются влажностные условия твердения, поэтому во многих случаях следует отдать предпочтение тепловлажностной обработке железобетонных изделий (пропариванию и запариванию). Тепловую обработку железобетонных изделий проводят до достижения бетоном прочности около 70% проектной, что позволяет транспортировать изделия на строительную площадку и монтировать конструкции из них.

Пропаривание при нормальном давлении производят в камерах периодического или непрерывного действия, оно является наиболее экономичным способом тепловой обработки. Из камер пропаривания периодического действия широкое применение имеют камеры ямного типа. Наиболее целесообразный размер камер в плане, полученный на основании технико-экономических показателей, должен соответствовать размерам двух пропариваемых изделий. Стенки камеры обычно делают бетонными, сверху камеры имеется массивная крышка.

Отформованные изделия, находящиеся в формах или на поддонах, загружают в камеру в несколько рядов по высоте, после чего камеру закрывают крышкой, препятствующей потере тепла и пара. Пар в камеру подается из котельной постоянно в зависимости от установленного режима пропаривания так, что обеспечивает скорость повышения температуры в камере от 20 до 35°С в 1 ч, до максимальной— 85—100°С. При этом изделие прогревается на всю толщину и выдерживается при этой температуре 6—8 ч, после чего постепенно охлаждается. Продолжительность пропаривания зависит от состава бетона и свойства цемента и составляет около 14—20 ч для пластичных бетонных смесей и 4—8 ч — для жестких.

Применение быстротвердеющих цементов позволяет сократить продолжительность изотермической выдержки (при более низкой температуре прогрева 70—80°С) и уменьшить общее время пропаривания до 8—10 ч. Изделия из легких бетонов вследствие их меньшей теплопроводности требуют более продолжительного времени тепловой обработки. Камера пропаривания непрерывного действия представляет собой туннель, обеспечивающий установленный режим пропаривания для изделий, вкатываемых на вагонетках с одной стороны туннеля и выкатываемых с другой. За время пребывания в камере туннельного типа изделия проходят зону подогрева, изотермического прогрева при максимальной температуре и зону охлаждения. Туннельные камеры применяют главным образом при конвейерном способе производства. Тепловая обработка бетона в камерах пропаривания ускоряет время твердения его по сравнению с твердением в естественных условиях примерно в 7—8 раз. Запаривание изделий в автоклавах — специальных, герметически закрывающихся аппаратах, состоит в том, что при давлении насыщенного водяного пара 0,9—1,3 МН/м<sup>2</sup> (9—13 атм) вода сохраняется в жидкой фазе даже при температуре 175—191°С. Это создает благоприятные условия ускорения твердения и образования соединений, имеющих свойства цементирующих веществ высокой прочности: Поскольку бетон набирает прочность в автоклаве в первые 4—6 ч прогрева, то в автоклавах с давлением в 1,1—1,3 МН/м<sup>2</sup> (11—13 атм) можно сократить длительность изотермического прогрева до 3—5 ч.

Контактный обогрев изделий осуществляют путем непосредственного соприкосновения изделия с источником тепла или с нагревательными приборами, обогреваемыми стенками формы или основанием стенда (при стендовой технологии) и т. п. В качестве источника тепла используют острую водяную пар, горячую воду, масла и др. Этот способ тепловой обработки применяют при изготовлении тонкостенных изделий в кассетах при достаточной их герметизации. Кроме того, с помощью этих теплоносителей осуществляется обработка некоторых видов изделий в термобассейнах (твердение изделий в горячей воде). После тепловой обработки технология изготовления железобетонных изделий, если не требуется дальнейшая отделка поверхности, заканчивается. Отдел технического контроля проверяет изделия и направляет на склад готовой продукции.

**Литература:[1] §§ 108-112, [14]**

### **Тема 3.7 Охрана труда, окружающей среды и техника безопасности на базах, заводах и полигонах.**

#### **Вопросы:**

1. Основные нормы и правила охраны труда и техники безопасности на асфальтобетонных, цементобетонных заводах.
2. Основные нормы и правила охраны труда и техники безопасности на битумных базах, заводах приготовления железобетонных изделий.
3. Мероприятия по очистке производственных отходов на производственных мероприятиях

**Цель:** формирование ПК 2.1. Участвовать в организации работ в организациях по производству дорожно-строительных материалов.

Изучение темы самостоятельно.

**Литература:[1] §113-116; [5];[8].**

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое «дробление», и какие способы дробления вы знаете?
2. Что такое степень дробления? Сколько стадий дробления Вы знаете?
3. Классификация битумных баз.
4. Технологический процесс работы битумной базы.
5. Назначение и классификация асфальтосмесительных установок.

6. Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси.
7. Основные узлы ЦБЗ, их устройство и назначение.
8. Транспортирование цементобетонной смеси к месту назначения
9. Назначение и классификация заводов и полигонов ЖБИ.
10. Технологический процесс приготовления железобетонных изделий.

## Литература:

- 1.Справочная энциклопедия дорожника. Производственные предприятия дорожного строительства. Справочно-учебное пособие для специалистов дорожной отрасли «Автомобильные дороги и аэродромы» Издание первое Москва Экон-информ,2010
2. Притрассовые карьеры и автомобильные дороги: учеб. пособие /В.И.Жуков, Л.Н.Горбунова.- Красноярск :Сиб.федер.ун-т,2013.-378с.
- 3.Курденкова, И.Б. К93 Каменные материалы в дорожном строительстве: учеб. пособие / И.Б. Курденкова. – М.: МАДИ, 2018. – 80 с.
- 4.Борисенко Р.И., Жаров И.С. Открытая разработка месторождений дорожно-строительных материалов и производственные предприятия. Учебник для автомобильно-дорожных техникумов .- М.: Транспорт,1981
- 5.Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. Ч.4 : Асфальтобетонные и цементобетонные заводы : учеб.пособие / А.М. Бургунутдинов, В.С. Юшков.- Пермь: Изд=во Перм.нац.исслед. политехн. Ун-та,2012 -170 с.
- 6.Калашникова Т.Н., Сокальская М.Б. Производство асфальтобетонных смесей: Учебное пособие.-М.:ЭКОН,2002г.
- 7.ВСН 182-91 «Нормы на изыскания дорожно-строительных материалов, проектирование и разработку притрассовых карьеров для автодорожного строительства.
- 8.Размыслов Ю.С., Наумов И.К. Техника безопасности для рабочих, поступающих на карьеры.Изд.2-е, дополн, и перераб. М., изд-во «Недра».
9. Типовая инструкция по безопасному проведению массовых взрывов на земной поверхности. Госгортехнадзор России. М.: НПО ОБТ 1993.
10. Единые правила безопасности при взрывных работах. Изд.2 перераб. и доп.М., Недра,1976
- 11.Материаловедение в строительстве : учеб. Пособие для студ.высш.учеб.заведений/(И.А.Рыбьев, Е.П.Казеннова, Л.Г.Кузнецова, Т.Е. Тихомирова) под.ред. И.А.Рыбьева. -М.: Издательский центр «Академия», 2006
- 12.Баженов Ю.М. Технология бетона. - М.: Издательство АСВ, 2002
- 13.[http://tehlit.ru/1lib\\_norma\\_doc/43/43751/](http://tehlit.ru/1lib_norma_doc/43/43751/)

