

Лекция 10

СКЛАДЫ И БУНКЕРА ДРОБЛЕНОЙ РУДЫ

Склады и бункера крупно-, средне- и мелкодробленной руды, как правило, размещаются в следующих местах схемы сооружений фабрики: между цехами крупного и средне-мелкого дробления (в отдельных случаях между цехами среднего и мелкого дробления) и перед отделениями измельчения как при измельчении в стержневых и шаровых мельницах, так и при самоизмельчении.

Во всех этих случаях склады из-за целесообразности, а бункера практически всегда используются как аккумулирующие (буферные) емкости и как распределительные устройства перед дробилками, грохотами и мельницами.

Склады аварийного назначения с обходным трактом конвейеров, в настоящее время применяются крайне редко, и наоборот — специальные усреднительные склады получают распространение, но вследствие их высокой стоимости они включаются в проекты при специальном технико-экономическом обосновании.

Целесообразность устройства склада или емких бункеров перед цехом средне-мелкого дробления, как буферной емкости, между рудником и фабрикой подтверждается опытом эксплуатации отечественных и особенно зарубежных обогатительных фабрик цветной и черной металлургии. Устройство таких складов предусмотрено нормами технологического проектирования обогатительных фабрик.

Склад обеспечивает ритмичность работы и до минимума снижает вынужденные простои рудника и фабрики, что в течение длительного периода эксплуатации всегда окупает первоначальные затраты на его строительство.

Склад обеспечивает оптимальные режимы (число смен) и условия работы дробилок и грохотов с максимальной полнотой движения и

проведение качественного планово-предупредительного ремонта: питателей, дробилок, грохотов, желобов, конвейеров и сепарационных установок. Эти соображения особенно важны при схеме дробления в замкнутом цикле с грохотами, что типично для современной практики.

Хотя создание запасов крупнодробленой руды (класс 350 (250) — 0 мм) связано с большим износом конвейерных лент и установкой более тяжелых питателей, все же такое решение более целесообразно по сравнению с созданием запаса руды после среднего дробления (класс 70—0 мм), так как это вызывает усложнение в компоновочном отношении (самостоятельные цехи среднего и мелкого дробления) и в режиме работы этих цехов (цех среднего дробления работает в режиме рудника и крупного дробления).

Устройство склада средне-дробленой руды целесообразно при двухстадийном дроблении в корпусе крупного дробления.

Важнейшим требованием к проекту складов и бункеров является обеспечение условий беспрепятственной и равномерной разгрузки материала.

Обычными мероприятиями по предотвращению смерзания и улучшению условий разгрузки руды из складов и бункеров является: специальный режим отопления помещений загрузки, разгрузки и надштабельного объема, подогрев стенок бункеров, гладкая футеровка стенок и плоскостей разгрузки и достаточные их углы, подходящие размеры и форма разгрузочных отверстий, соответствующие условия, размеры и тип питателей.

Если в руде имеется влажная мелочь, а фабрика расположена в районе с суровым климатом и с длительной зимой, кроме перечисленных мероприятий для предотвращения слеживаемости и смерзания руды должны рассматриваться и мероприятия технологического характера, в частности предварительное грохочение руды и складирование только

верхнего продукта, с направлением мелочи в специальные емкости перед измельчением, а в отдельных случаях и предварительная отмывка мелочи. Однако такие сложные и дорогостоящие мероприятия подлежат всестороннему анализу и обоснованию в каждом конкретном случае. Альтернативой сложного решения со складом может быть отказ от складирования и организация работы в основном «на проход». Подобные решения применяются, например, при обработке бокситов, серных глинистых руд и др.

Емкости руды перед измельчением всегда используются и как буферный запас, необходимый вследствие разных режимов работы (по времени) цехов дробления и измельчения и как устройство для распределения руды по рудным мельницам, размещенным по всей длине отделения измельчения. На фабриках с рудным самоизмельчением склады или бункера перед мельницами представляют собой единый запас руды между рудником (и крупным дроблением) и фабрикой, обеспечивающий нормальный режим работы рудника и фабрики.

До недавнего времени рудные емкости перед измельчением со стальной средой выполнялись в виде бункерного пролета, примыкающего непосредственно к отделению измельчения. Переход к мельницам крупных размеров резко уменьшил фронт мельничного пролета и потребовал больших емкостей на меньшей длине. Это возможно только при устройстве склада, у которого поперечное сечение значительно больше, чем у бункера. Поэтому в последние годы получило распространение строительство складов главным образом "напольного типа, расположенных вдоль отделения, с разрывом, определяемым углом наклона конвейеров питающих рудные мельницы, рельефом площадки, заглублением подштабельных галерей склада.

Решающим фактором при выборе проектного решения с бункерами или со складом является их строительная стоимость и возможность

экономии стальных конструкций, что в свою очередь определяется требуемой удельной емкостью. Ориентировочно можно принимать, что при полезной емкости свыше 250—300 т на 1 м (при насыпной массе руды 1,7—1,8 т/м³) экономичнее применение склада при меньшей емкости бункеров.

При рудном самоизмельчении (крупность, руды 350—0 мм) применяются преимущественно склады, и в редких случаях бункера, например при ограниченных размерах площадки фабрики. В эксплуатационном отношении преимущество всегда остается за решением с бункерами.

Конструктивное решение узлов разгрузки бункеров и складов должно соответствовать физико-механическим свойствам руды и главным образом обеспечивать равномерное и непрерывное истечение руды, по возможности ее усреднения, исключение вредных последствий сегрегации руды при загрузке склада или бункера, т. е. в максимальной степени обеспечивать условия для автоматического регулирования процесса измельчения.

В качестве питающих аппаратов следует принимать: при крупнодробленой руде (до 350 — 0 мм) — пластинчатые питатели; для хорошо сыпучих руд (без глинистой мелочи, при влажности 2—3 %) — ленточные питатели (с исключением давления на питатель- столба руды); при мелкодробленой руде (25 (12) — 0 мм) — ленточные сборные конвейеры-питатели с регулированием скорости, с загрузочными воронками, обеспечивающими возможность регулирования толщины слоя руды по длине конвейера.

Наименьший размер разгрузочных отверстий для хорошо сыпучих руд следует принимать следующий:

для мелкодробленой руды — квадратных 600х600 мм. круглых диаметром 700 мм;

для крупнодробленной руды — ширина отверстия не менее 3—4-кратного размера максимального куска.

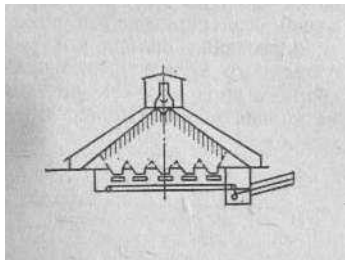
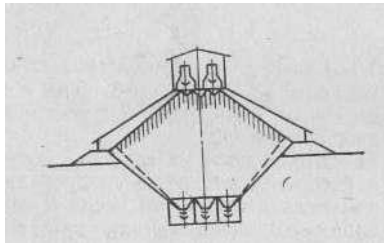
Расстояния между отверстиями следует принимать 3 м, максимум 6 м.

Размер разгрузочных отверстий и расстояние между ними для плохо сыпучих руд (со значительным количеством мелочи, с влажностью свыше 3 %) должны проверяться специальным расчетом на истечение с учетом основных физико-механических параметров — угла внутреннего трения, начального сопротивления сдвигу.

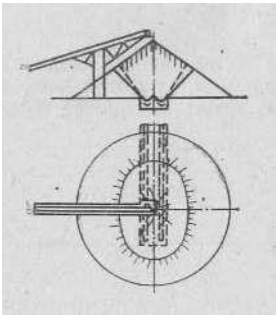
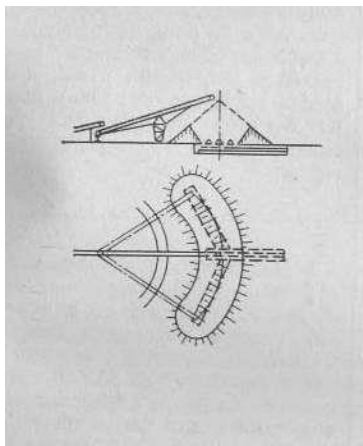
Для подобных руд рекомендуются щелевидные отверстия, расширяющиеся по направлению движения руды при разгрузке.

Типичные конструктивные схемы складов и бункеров приводятся в табл.1

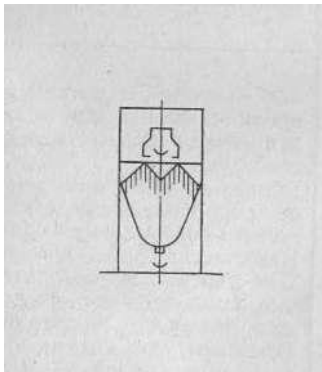
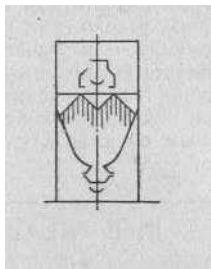
Таблица 1. Склады и бункера крупно-, средне- и мелкодробленой руды

Схема	Характеристика и условия применения
Склады	
	<p>1. Склад «напольного» типа, с наименьшим заглублением 3—5 м, с поперечным расположением разгрузочных конвейеров</p> <p>Рекомендуется для создания запаса и распределения руды по дробилкам или мельницам (в том числе и мельницам самоизмельчения), при шаге точек питания (шаг поперечных конвейеров) не более 12 м (максимум 15 м при хорошо сыпучей не слеживающейся руде).</p> <p>При средних грунтовых условиях с уровнем грунтовых вод не выше 5—3 м от поверхности. Полезная площадь поперечного сечения не менее 150—170 м² (т. е. полезная вместимость не менее 250—300 т на 1 м).</p>
	<p>2. То же, но для создания только запаса или при ограниченном числе точек питания не более 2—3.</p>
	<p>3. Склад «полубункерного» типа, с заглублением 8—12 м, с продольным сборным конвейером. Рекомендуется для запаса и распределения руды, при шаге точек питания не более 15—18 м, при хороших грунтовых условиях и низком уровне грунтовых вод.</p> <p>Полезная площадь поперечного сечения не менее 170—200 м² (т. е. полезная вместимость 300—350 т на 1 м).</p>
	<p>4. То же, но для фабрик большой производительности при двух загрузочных конвейерах, при полезной площади поперечного сечения свыше 250—300 м (полезной вместимости более 350 т на 1 м). При хорошо сыпучей не слеживающейся руде и при использовании склада как распределительного целесообразно исключить сборные продольные конвейеры и устанавливать только поперечные, с шагом до 18 м.</p>

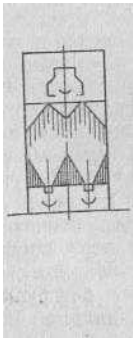
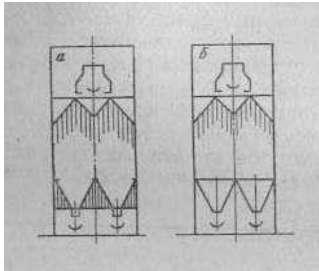
Продолжение таблицы 1.

Схема	Характеристика и условия применения
	<p>5. Напольный открытый склад с точечной загрузкой, с конической формой штабеля, разгрузка сборными конвейерами, с параллельным или веерообразным их расположением, при ограниченном числе точек питания (не более трех-четырех) Это самый экономичный по капитальным затратам склад. Может быть рекомендован только для крупнодробленой руды 350 (400) — 0 мм, с низким содержанием мелочи и пыли, не смерзающейся и не слеживающейся. для южных и малоснежных северных районов. При прочных грунтах высота штабеля может достигать 30—35 м, саморазгружающаяся (подвижная) вместимость до 25—35 тыс. т, полная вместимость с рудными откосами, которые в период ремонта головной дробилки или прекращения подачи руды из карьера, разгружаются с помощью бульдозеров, в 2—3 раза выше, чем обеспечивается запас на 2—3-суточную работу фабрики производительностью 9—12 млн. в год. В зарубежной практике этот тип склада имеет широкое распространение. Типичное расположение его перед корпусами среднего и мелкого дробления, а в последние годы в виде единой рудной емкости на фабриках с рудным самоизмельчением</p>
	<p>6. То же, загрузка штабеля передвижным штабелеукладчиком с переменным наклоном стрелы, форма штабеля — трехгранная призма с кривизной в плане.</p> <p>Преимущества по сравнению с предыдущим типом (п. 5):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Минимальная высота падения руды при загрузке уменьшает опасность сильного пыления. 2. Возможность создания необходимой вместимости склада при ограниченной высоте штабеля (не более 12—15 м), что расширяет применение подобных складов практически для большинства разновидностей руд и грунтовых условий 3. Увеличение длины штабеля позволяет применять склад при 6—10 точках питания. <p>Основным недостатком является значительное усложнение и удорожание конструкции и меньшая надежность, в эксплуатации подвижного штабелеукладчика по сравнению со стационарным наклонным конвейером, применяемым в складах с точечной загрузкой.</p>

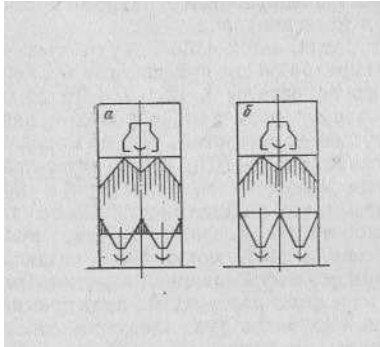
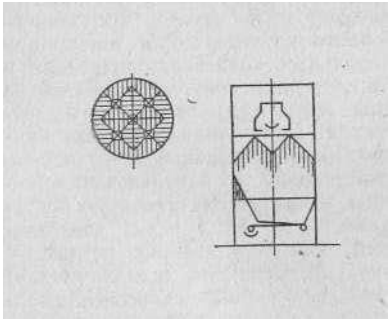
Продолжение таблицы 1.

Схема	Характеристика и условия применения
Бункера	
	<p>7. Подвесной параболический, состоит из сплошных стальных листов (или отдельных стальных полос с «набором» по ним из деревянных брусев), подвешиваемых к стальному или железобетонному каркасу бункерного пролета здания. Разгрузка осуществляется через один ряд круглых или квадратных отверстий, расположенных по продольной оси. Характерная особенность — изменение формы бункера в зависимости от степени заполнения и связанное с этим изменение высоты расположения разгрузочных отверстий (подъем или понижение). Вследствие малого угла наклона касательной к кривой очертания бункера у разгрузочного отверстия, разгрузка бункера происходит по плоскостям скольжения «руда по руде», аналогично разгрузке в бункерах с плоским днищем, поэтому этот тип бункера нельзя применять при плохо сыпучей, слеживающейся руде. Бункер характеризуется высокими технико-экономическими строительными показателями. Как и в любом бункере с однорядной продольной разгрузкой, в параболическом бункере часто проявляется сегрегация руды, происходящая во время загрузки, при этом из бункера периодически разгружается только крупнозернистый материал.</p>
	<p>8. Подвесной, параболический с разгрузочными воронками — аналогичен предыдущему типу, но для улучшения условий разгрузки имеет пирамидальные воронки с наклоном стенок к горизонту до 55—60°. В таком исполнении параболический бункер применим и для плохо сыпучих руд, но значительно усложняется его изготовление и монтаж, экономичность его снижается также вследствие малого использования строительных объемов бункерного пролета. Целесообразно применение при небольшой удельной вместимости (30—50 т на 1 м) и значительной длине бункера, например для фабрик с большим фронтом измельчения.</p>

Продолжение таблицы 1.

Схема	Характеристика и условия применения
	<p>9. Ящичный, с плоским дном, по простоте формы отвечает условиям применения сборных железобетонных конструкций'.</p> <p>Бункер не имеет наклонных плоскостей; их заменяют поверхности, естественно образующиеся при разгрузке.</p> <p>Недостатки: большие «мертвые» рудные откосы, невозможность применения каких-либо средств для улучшения разгрузки (вибраторы и др.; Применим для мелкодробленых хорошо сыпучих кристаллических руд или крупно-кусковых, абразивных, при которых необходима защита конструкции от ударов и износа.</p>
	<p>10. Ящичный с плоским дном <i>а</i> и разгрузочными воронками и ящичный с дном, состоящим из разгрузочных пирамидальных стальных воронок <i>б</i> — наиболее распространенные типы бункеров в проектах последних лет.</p> <p>Осуществляется одно-, двух-, трех- и четырехрядными при ширине бункерного пролета 6, 9, 12, 15, 18 и 24 м. Варьируя размерами воронок и разгрузочных отверстий, углами наклона стенок (до 65—70°), типом футеровки (нержавеющая сталь, пластики) и способами, улучшающими истечение руды (вибраторы, подвод воздуха, подсушка и др.), могут быть созданы бункера любой заданной вместимости, с надежной разгрузкой, практически для всех видов руд, продуктов обогащения, включая и концентраты, обогатительных фабрик руд цветных и черных металлов и углей. Двухрядные бункера с шириной пролета не менее 12 м и при наличии промежуточной стенки могут быть рационально применены при двух сортах руды и, в частности, в цехах с мельницами самоизмельчения при фракционировании исходной руды на два класса. При двух и трех рядах разгрузочных отверстий может быть организована поперечная разгрузка бункеров путем введения поперечных питателей — конвейеров и одного продольного сборного конвейера или только при продольных конвейерах-питателях и при очередном включении каждой из пары (или трех) разгрузочных отверстий. Поперечная разгрузка бункеров (при продольной загрузке) создает условия для использования бункеров, имеющих значительную протяженность (бункера перед измельчением), как усредняющих устройств. Такую возможность всегда следует использовать с целью повышения технического уровня проекта и конечных результатов при эксплуатации.</p>

Продолжение таблицы 1.

Схема	Характеристика и условия применения
	<p>11. Силосный цилиндрический, с плоским дном <i>а</i> или с разгрузочными воронками <i>б</i>. В силосных бункерах боковое давление бункеруемого материала вызывает только растягивающие усилия в стенках, что упрощает и удешевляет их конструкцию. В технологическом отношении силосные бункера имеют преимущества в части меньшего влияния сегрегации руды при разгрузке, а также посортного хранения и переработки. Условия выбора силосных бункеров с плоскими дном или с разгрузочными воронками аналогичны условиям при выборе типа ящичных бункеров, но учитывая, что силосные бункера наиболее экономичны при большой высоте (отношение высоты к диаметру более 1,7—2,0) вопрос о возможности слеживания и зависания руды приобретает особо важное значение.</p>
	<p>12. Ящичный, со щелевидной разгрузкой — разгрузочные отверстия расположены в поперечном направлении и выполняются в виде щелей, расширяющихся по направлению движения руды, с соотношением средней ширины к длине более трех; зазор в вертикальной плоскости между нижним краем разгрузочной воронки и верхней поверхностью ленточного питателя также увеличивается по направлению движения ленты и руды. Этот тип бункера в настоящее время наиболее совершенный в технологическом отношении, так как способ разгрузки в максимальной степени исключает влияние сегрегации, способствует усреднению руды и создает наилучшие условия для равномерного истечения плохо сыпучих руд.</p>