

## РАЗДЕЛ 4

### ОСОБЕННОСТИ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БУРОУГОЛЬНОГО ШЛАМА

#### 4.1. Обратное водоснабжение – одно из направлений перехода к безотходной технологии переработки шлама

Комплексное использование полезных ископаемых – одно из важнейших направлений развития современной горнодобывающей промышленности. Задача комплексного использования минерального сырья становится все более сложной. Для ее решения необходимо применять наиболее эффективные технологические процессы. Уровень комплексного использования сырья может служить показателем технического развития отрасли.

Совершенствование технологии переработки бурого угля – один из важнейших факторов, способствующих уменьшению поступлений загрязнений в окружающую среду. В идеале должно быть достигнуто производство без отходов, тем более, что сами отходы могут стать полезным сырьем для других отраслей народного хозяйства. Поэтому технология переработки бурых углей предусматривает решение следующих вопросов этой проблемы: комплексное использование бурого угля и перевод брикетных фабрик на безотходную технологию.

Разработка и внедрение обратного водоснабжения брикетной фабрики позволит уменьшить объемы сброса сточных вод и потребления свежей воды. Полный водооборот обеспечивает переход фабрик на бессточную технологию производства, что предотвращает загрязнение окружающей среды.

Важное значение для защиты окружающей среды имеет рациональное размещение промышленных предприятий за черту больших городов с учетом розы ветров и топографии местности, установление санитарных зон вокруг них и очистка стоков промышленных предприятий от вредных примесей [6, 28].

Брикетные и углеобогачительные предприятия потребляют значительные объемы воды, которые колеблются от 3 до 8 м<sup>3</sup>/т перерабатываемого полезного ископаемого [44]. Увеличение водопотребления фабрик приводит к росту объема сбрасываемых вод. С целью снижения их объема на фабриках переходят на обратное водоснабжение. Поэтому к воде, сбрасываемой в водоемы, ставятся

все более жесткие требования, т.е. проблема очистки сточных вод брикетных фабрик становится актуальной.

#### **4.2. Безреагентная флотосепарация как основной технологический процесс раздельной переработки шлама**

Технологический результат процесса флотации, т.е. скорость извлечения флотируемых минералов в концентрат в виде минерализованной пены зависит от:

- скорости и прочности прилипания флотируемых частиц к пузырькам воздуха;
- общего количества и дисперсности как флотируемых, так и депрессируемых минералов (от плотности пульпы и гранулометрического состава обогащаемого минерального сырья);
- объема и дисперсности пузырьков воздуха;
- факторов, вызывающих отрыв закрепившихся частиц от пузырьков воздуха (гидродинамические условия, плотность, крупность флотируемых минералов и др.);
- скорости образования флотационных комплексов;
- скорости всплытия минерализованных пузырьков или аэрофлокул на поверхность пульпы;
- характеристики пены (дисперсность, скорость коалесценции, прочность);
- условий удаления минерализованной пены из флотационной камеры и др.

Между всеми перечисленными факторами, оказывающими существенное влияние на конечный результат флотации, существует тесная взаимосвязь.

Флотация угольных шламов осуществляется только при использовании реагентов, хотя уголь и является гидрофобным. Ее применение не только как метода обогащения шламов, но и как процесса очистки оборотных вод позволило перевести ряд фабрик на работу с замкнутым водно-шламовым циклом. Однако эффективность операций водно-шламовой схемы низкая, а процесс флотации проводится чаще всего не так, как это требуется по технологическому регламенту.

На углеобогатительных фабриках для переработки шламов наибольшее распространение получили механические импеллерные флотомашинны, в которых воздух засасывается импеллером вследствие прохождения через него пульпы, а также значительной внутрикамерной циркуляции. Чем больший объем пульпы проходит через импеллер (при прочих равных условиях), тем больший объем воздуха им засасывается (до определенных пределов).

Выброшенная импеллером пульпо-воздушная смесь перемещается снизу вверх в направлении его вращения. Воздушные пузырьки за счет подъемной силы стремятся кратчайшим путем всплыть на поверхность пульпы во флотокамере, но их траектория усложняется вследствие торможения в турбулентных потоках.

Если считать, что минерализация воздушных пузырьков происходит почти мгновенно в зонах выброса пульпо-воздушной смеси из импеллера, то время нахождения комплекса “минерал-пузырек” во флотационной камере должно быть минимальным.

Следовательно, необходимость в внутрикамерной циркуляции для эжекции атмосферного воздуха, а также в увеличении частоты вращения импеллера с целью достаточного перемешивания пульпы и диспергирования поступающего в камеру флотомашинны воздуха находятся в противоречии с необходимостью создания спокойной зоны в объеме камеры для эффективного выделения минерализованных воздушных пузырьков.

Для улучшения условий всплывания пузырьков и их концентрации в пенном слое в камерах флотомашин устанавливаются успокоительные решетки, перегородки и пр. Однако это не дает желаемого результата и всплывание происходит в неблагоприятных условиях. Поэтому можно утверждать, что не весь объем флотационной камеры является эффективным, т. е. таким, в котором условия движения пульпы способствуют всплытию воздушных пузырьков или же не тормозят их движение.

Анализ движения и распределения пульпо-воздушных потоков в камере машин показывает, что протеканию более эффективной флотации препятствуют неупорядоченные турбулентные потоки пульпы и внутрикамерная циркуляция, ограничивающие скорость всплытия минерализованных воздушных пузырьков в пенный продукт, а также загрузка исходной пульпы и, особенно, разгрузка продуктов обогащения флотационной камеры.

Из показателей работы флотационной машины и теоретического анализа аэрационных параметров следует, что для ее усовершенствования необходимо рациональное сочетание аэратора и камеры, интенсифицирующих выделение минерализованных воздушных пузырьков.

Как видно из опыта эксплуатации эжекторной флотационной машины, она по сравнению с машинами других типов обладает рядом преимуществ:

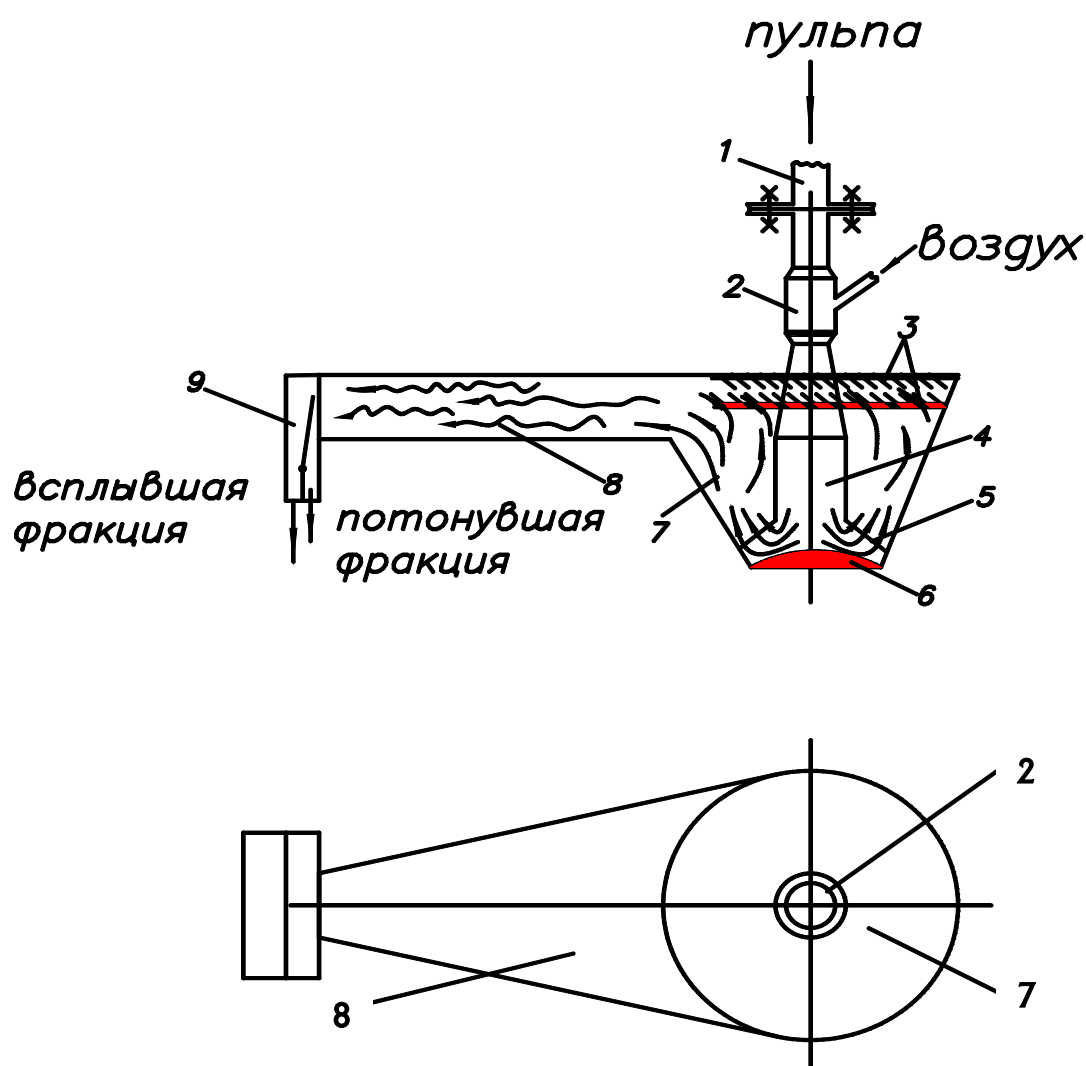
- из-за простоты конструкции ее можно изготавливать в механических мастерских фабрик;
- небольшая металлоемкость позволяет устанавливать ее на любых перекрытиях здания;
- компоновка флотационных камер, аэраторов-эжекторов и насосов может быть самой разнообразной;
- ремонт машины заключается только в замене турбинки насоса и насадки аэратора-эжектора.

Для переработки бурогоугольных шламов и перевода фабрики на замкнутый водно-шламовый цикл необходимо усовершенствовать существующую технологическую схему на основе безреагентной флотосепарации шламов.

Принципиальная схема нового безреагентного флотосепаратора для переработки угольного шлама представлена на рис. 4.1. Конструктивная особенность флотосепаратора состоит в том, что к сужающемуся желобу примыкает флотационная камера с аэратором-эжектором [17, 19]. Шламная вода, поступающая во флотосепаратор, разделяется на две фракции: потонувшую и всплывшую.

В основу конструкции флотосепаратора положены следующие принципы:

1. Процессы аэрации пульпы, минерализации воздушных пузырьков и выделения последних из пульпы должны протекать при различных гидродинамических режимах, а именно: аэрация пульпы должна осуществляться путем перемешивания пульпо-воздушной смеси при регулируемом количестве засасываемого воздуха, а выделение минерализованных воздушных пузырьков протекать в условиях восходящих потоков пульпы.



**Рис. 4.1. Принципиальная схема безреагентного флотосепаратора:**

**1 – трубопровод;**

**2 – аэратор-эжектор;**

**3, 5 – успокоительные решетки;**

**4 – трубопровод пульпо-воздушной смеси;**

**6 – отбойная плита – распределитель пульпо-воздушной смеси;**

**7 – флотокамера;**

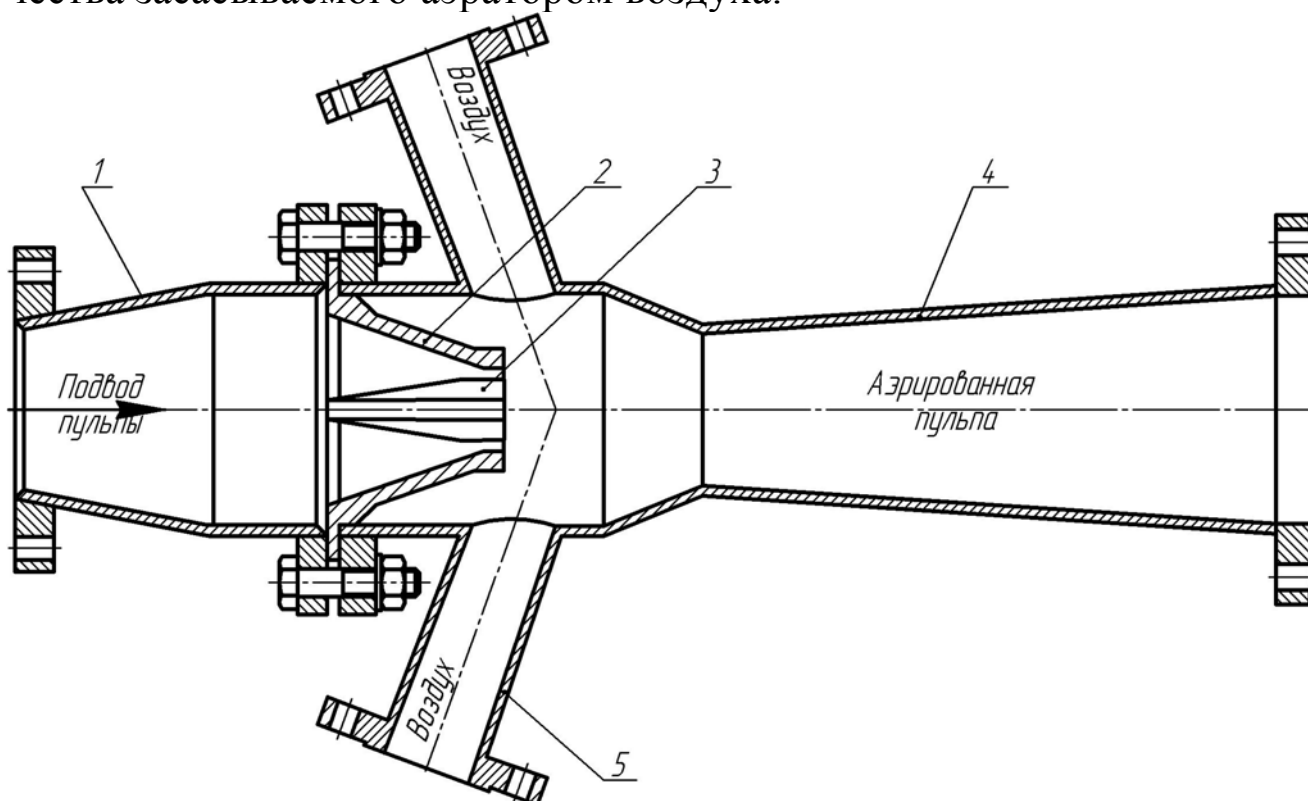
**8 – сужающийся желоб;**

**9 – приемник продуктов сепарации с шибером**

2. Аэратор-эжектор должен обеспечивать достаточно высокую регулируемую степень аэрации пульпы по количеству засасываемого воздуха, тонкую дисперсность воздушных пузырьков и резкий перепад давления в пульпе для интенсификации процесса минерализации воздушных пузырьков.

3. Во флотационной камере внутрикамерная циркуляция потоков пульпы должна отсутствовать, а пульпо-воздушная смесь перемещаться снизу вверх в направлении всплывания воздушных пузырьков; разгрузка продуктов сепарации – прямоточная.

Принципиальная схема аэратора-эжектора [4] изображена на рис. 4.2. Аэратор-эжектор состоит из переходного патрубка 1, насадки 2 (типы насадок аэратора-эжектора представлены на рис. 4.3) с внутренним вставным конусом 3, диффузора 4 и воздухозаборных патрубков 5, которые снабжены задвижками для регулирования количества засасываемого аэратором воздуха.



**Рис. 4.2. Принципиальная схема аэратора-эжектора**

При разработке безреагентного флотосепаратора учитывались как специфические особенности флотации, так и те принципы, которые должны удовлетворять условиям работы флотационной машины [4]. Его испытания и технологические исследования безреагентной флотосепарации бурогоугольного шлама позволили сделать следующие выводы:

1. Высокая степень аэрации пульпы в аэраторе-эжекторе и применение флотационной камеры специальной конструкции способствовало увеличению скорости протекания флотации по сравнению с машинами других типов. Время флотосепарации буроугольного шлама сокращено, качественно-количественные показатели и эффективность разделения выше, чем в машине механического типа.

2. Степень аэрации пульпы характеризуется коэффициентом подмешивания (отношение количества засасываемого аэратором воздуха к количеству проходящей через него пульпы), величина которого прямо пропорциональна давлению в камере смешения аэратора и обратно пропорциональна диаметру струи жидкости и давлению пульпо-воздушной смеси на выходе из диффузора аэратора.

3. Значительная скорость (17–20 м/с), с которой пульпа проходит через аэратор-эжектор, обуславливает тонкое диспергирование засасываемого воздуха и его равномерное распределение в объеме движущейся пульпы.

4. Резкий перепад давления в насадке аэратора-эжектора и в камере смешивания интенсифицирует выделение из жидкости газов, способствующих минерализации воздушных пузырьков.

5. Конструкция флотационной камеры сепаратора позволила устранить внутрикамерные циркуляционные потоки; при этом камера загружается по всему нижнему поперечному сечению, а разгружается – по ее верхнему периметру.

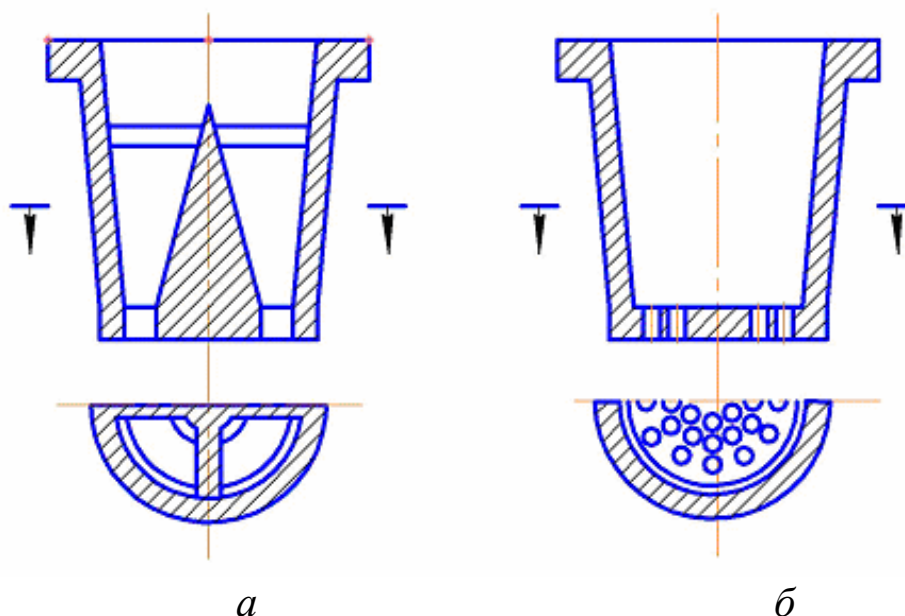
6. При переработке буроугольного шлама в безреагентном флотосепараторе удельная производительность достигает  $2,5 \text{ т}/(\text{ч}\cdot\text{м}^3)$  при удельном расходе электроэнергии  $3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$ , в то время как при обогащении угольных шламов во флотационных машинах механического типа – соответственно  $1,15\text{--}1,20 \text{ т}/(\text{ч}\cdot\text{м}^3)$  и  $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$ .

Типы насадок аэратора-эжектора изображены на рис. 4.3, а характеристики экспериментальных насадок приведены в табл. 4.1.

Из конструкционных и эксплуатационных соображений, а также и компоновки оборудования площадь разгрузочного отверстия безреагентного флотосепаратора принята равной  $0,034 \text{ м}^2$ . Исходя из того, что производительность на метр квадратный рабочей поверхности должна быть в пределах  $0,25\text{--}1,53 \text{ кг}/\text{с}$ , то ее площадь составляет  $1,5 \text{ м}^2$ .

**Характеристики экспериментальных насадок  
аэратора-эжектора**

Тип насадки аэратора-эжектора	Количество отверстий, шт.	Диаметр отверстий, мм	Суммарная площадь сечения отверстий, мм <sup>2</sup>	Суммарный периметр отверстий, мм	Соотношение периметров
Коническая	4	-	5550	857	1,00
Пластинчатая	10	28,3	6290	888	1,04
Пластинчатая	19	19,7	5800	1175	1,35
Пластинчатая	39	14,0	6020	1715	1,98
Пластинчатая	69	10,0	5420	2165	2,50



**Рис. 4.3. Типы насадок аэратора-эжектора:**  
*а – коническая;*  
*б – пластинчатая*

Благодаря простоте изготовления, надежности и высоким технико-экономическим показателям работы флотосепараторы могут применяться на многих углеобогащательных фабриках.

В настоящее время общепринятых обобщенных критериев оценки разделительной способности зернистых сред не существует. Однако имеются понятия, характеризующие ту или иную разделительную способность этих сред применительно к конкретной технологической операции [46].



Для оценки разделительной способности зернистых сред различных минералов используют их физические, химические и другие свойства. Так, на флотуемость угольных шламов оказывают наибольшее влияние их природные свойства: стадии метаморфизма углей, их петрографический и гранулометрический составы, характер вкраплений, состав минеральных примесей и включений, а также окисленность поверхности углей и ее гидрофобность [40].

В качестве критерия оценки разделительной способности безреагентной флотосепарации буроугольного шлама может быть принят комплексный показатель  $K$ , учитывающий влияние на процесс гидрофобности поверхности зерен  $K_1$ , фракционного состава всплывшей и потонувшей фракций  $K_2$ , а также гранулометрического состава потонувшей фракции  $K_3$ :

$$K \geq K_1 K_2 K_3 \geq 1,25,$$

где коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  вычисляются так:

$$K_1 = \Theta_e / \Theta = 122 / 90 = 1,35;$$

$$K_2 = \rho_{cn} / \rho_c = 1345,12 / 1025 = 1,31;$$

$$K_3 = d_{cв} / d_{cn} = 0,743 / 1,049 = 0,71.$$

Здесь  $\Theta_e$  – краевой угол смачивания всплывшей фракции, град;

$\Theta$  – краевой угол смачивания, соответствующий точке инверсии ( $\cos \Theta = 0$ ,  $\Theta = 90^\circ$ ), град;

$\rho_{cn} = \sum_{i=1}^n \rho_i \gamma_i$  – среднединамическая (средневзвешенная) плотность

потонувшей фракции (см. табл. 2.3);

$\rho_c = 1025 \text{ кг/м}^3$  – плотность суспензии (шламовой воды) при плотности шлама  $1350 \text{ кг/м}^3$  и концентрации твердого  $100 \text{ кг/м}^3$ ;

$\rho_i$  – среднее значение узкой плотности фракции,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\gamma_i$  – содержание (выход) потонувших фракций узких плотностей, доли ед.;

$d_{cв}$ ,  $d_{cn}$  – среднединамическая (средневзвешенная) крупность зерен всплывшей и потонувшей фракций (по данным гранулометрического состава), мм,

$$d_{cв} = \sum_{i=1}^n d_i \gamma_{i(1)} = 0,743 \text{ мм}; \quad d_{cn} = \sum_{i=1}^n d_i \gamma_{i(2)} = 1,049 \text{ мм};$$

$d_i$  – средняя крупность классов крупности всплывшей и потонувшей фракций, мм;

$\gamma_{i(1)}$ ,  $\gamma_{i(2)}$  – содержание классов крупности во всплывшей и потонувшей фракциях;

$i$ ,  $n$  – порядковый номер класса крупности и их количество.

При  $K \geq 1,25$  – безреагентная флотосепарация эффективна; при  $K < 1,25$  – не эффективна.

Максимальная крупность частиц всплывшей фракции

$$d_{max} = K_1 \sqrt{\frac{\sigma}{K_2 g}} \hat{E}_4 = 1,35 \sqrt{\frac{72,8}{1,31 \times 9,81}} 0,7 = 2,25 \text{ м},$$

где  $\sigma$  – поверхностное натяжение на границе раздела газ-жидкость, мН/м;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$K_4$  – коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние формы частиц и условия их смачиваемости ( $K_4 = 0,6-0,7$ ).

Качественно-количественные показатели флотосепарации с точки зрения кинетических закономерностей практически определяются коэффициентом скорости флотосепарации  $K_i$  минерала, коэффициентом селективности разделения  $s$ , продолжительностью флотосепарации  $t$ . Коэффициент  $K_i$  в общем случае зависит от гидроаэрационных параметров флотосепаратора и свойств буроугольного шлама.

Если рассматривать закономерность изменения процесса в определенном интервале времени (от  $t_1$  до  $t_2$ ), то для данного интервала условия флотосепарации с достаточной точностью можно принять постоянными (рис. 4.4), хотя общая кинетическая характеристика процесса от  $t = 0$  до  $t \rightarrow \infty$  может изменяться со временем.

Изменение величины  $E_i$  в интервале времени от  $t_1$  до  $t_2$  можно с достаточной точностью аппроксимировать участком экспоненциальной кривой с  $K_i = const$ , а затем определить значение  $K_i = \ln(1-E_i)/t$ . Тогда изменение величины  $E_i$  в указанном интервале времени можно прогнозировать как:

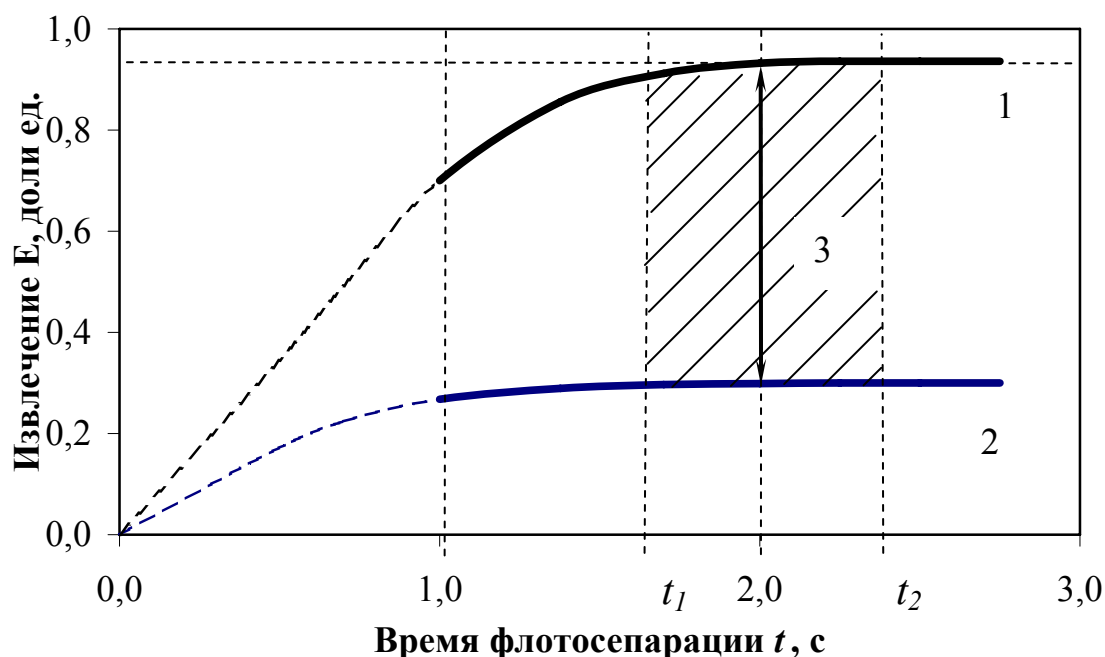
$$E_s = 1 - e^{-k_s t};$$

$$E_n = 1 - e^{-k_n t},$$

где  $E_s$ ,  $E_n$  – частное извлечение всплывшей и потонувшей фракций во всплывший продукт, доли ед.;

$k_s$ ,  $k_n$  – коэффициенты скорости флотосепарации всплывшей и потонувшей фракций;

$t$  – время флотосепарации, с.



**Рис. 4.4. Кривые кинетики безреагентной флотосепарации:**  
**1, 2– частное извлечение всплывшей и потонувшей фракций во всплывший продукт;**  
**3 – извлечение всплывшей и потонувшей фракций во всплывший продукт**

Состав и качество всплывшего продукта к данному моменту времени определяются извлечением в него как всплывшей, так и части потонувшей фракций бурогоугольного шлама [19].

$$E_g = 1 - e^{-k_g t} = 1 - e^{-1,329 \cdot 2} = 1 - 0,07 = 0,93 ;$$

$$E_n = 1 - e^{-k_n t} = 1 - e^{-0,164 \cdot 2} = 1 - 0,72 = 0,28 ;$$

$$\eta = E_g - E_n = 0,93 - 0,28 = 0,65 \text{ доли ед.}$$

Величина коэффициента селективности флотосепарации бурогоугольного шлама (отношение показателей скорости флотосепарации во всплывший продукт всплывшей и потонувшей фракций) составит

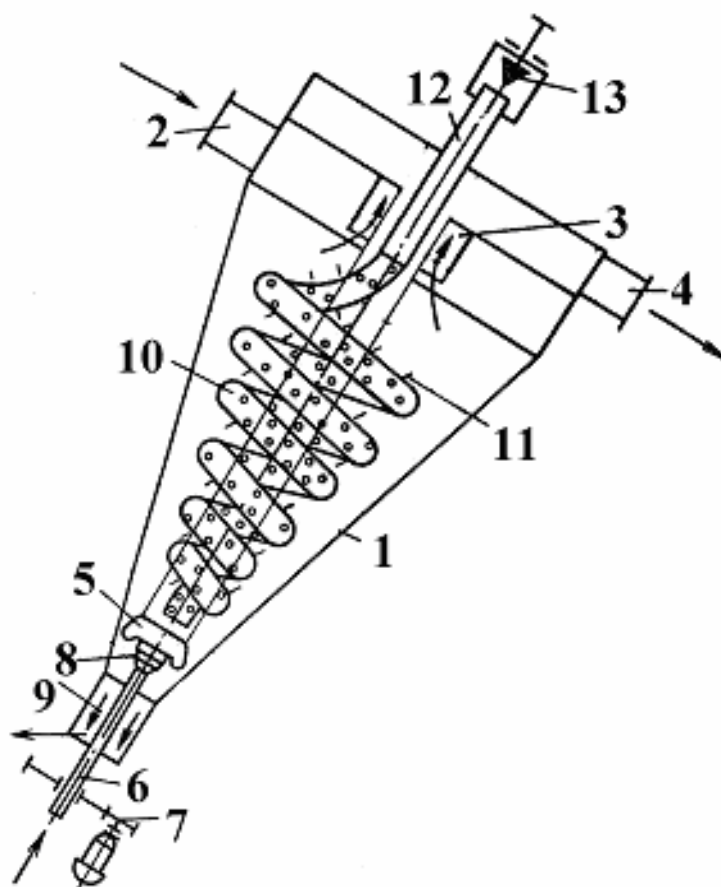
$$c = \ln[1/(1 - E_g)] / \ln[1/(1 - E_n)] = k_g t / (k_n t) = k_g / k_n = 8,1.$$

### 4.3. Раздельное кондиционирование буроугольного шлама

Раздельное кондиционирование исходной пульпы путем гидроциклонирования и обработки реагентами песков гидроциклона с последующим их смешиванием со сливом [13] позволяет значительно сократить расход реагентов. Поэтому техническая возможность компоновки раздельного кондиционирования и флотосепарации – это перспективное направление развития технологии переработки угольных шламов и других зернистых материалов.

Простота изготовления и надежность в эксплуатации, высокие технико-экономические показатели работы флотосепаратора позволяет его применять не только для переработки буроугольного шлама.

После сепарации в безреагентном флотосепараторе потонувшая фракция буроугольного шлама подвергается раздельному кондиционированию [1, 13, 17–23, 30]: целесообразно применение комбинированного кондиционирования, совмещающего следующие процессы: классификацию, аэрацию и раздельное кондиционирование перед сгущением пульпы. Такое устройство [1] выполнено в виде гидроциклона (рис. 4.5).



*Рис. 4.5. Принципиальная схема устройства для раздельного кондиционирования пульпы*

Устройство состоит из корпуса цилиндрической формы 1 с тангенциально установленными загрузочным 2, центральным 3 и сливным 4 патрубками, регулятора плотности пульпы крупнозернистой фракции 5, закрепленного на трубе 6 для подачи реагента, связанной с подъемным механизмом 7 и расположенным под регулятором распылителем реагентов 8, разгрузочного патрубка 9, спирального полого перфорированного аэратора 10 с лопатками 11 для дробления воздуха, воздухозаборной трубы 12 и регулятора забора воздуха 13. Полый перфорированный спиральный элемент расположен по оси корпуса, а регулятор плотности пульпы образует относительно стенок корпуса 1 регулируемый зазор.

Устройство работает следующим образом.

В корпус 1 через тангенциальный загрузочный патрубок 2 поступает пульпа. При этом создается ее закрученный поток, в котором крупные частицы отбрасываются центробежными силами к стенкам корпуса 1, а затем нисходящим (внешним) потоком пульпы перемещаются к разгрузочному патрубку 9. При этом более мелкие частицы восходящим (внутренним) вращающимся потоком пульпы уносятся в слив через центральный 3 и сливной 4 патрубки.

По оси вращения потока в корпусе 1 образуется воздушный столб (зона пониженного давления) с интенсивным забором воздуха из атмосферы через воздухозаборную трубу 12 и регулятор 13.

Распределение диспергированного воздуха происходит по всему объему пульпы посредством перфорации спирального аэратора 10 и дробления лопатками 11, расположенными на наружной поверхности аэратора, с образованием пульповоздушной среды. Таким образом предварительная аэрация пульпы происходит до момента поступления реагентов в кольцевой зазор. В результате изменения размера кольцевого зазора, образованного стенками корпуса 1 и регулятором плотности пульпы крупнозернистой фракции 5, устанавливается необходимая плотность пульпы крупнозернистой фракции в соответствии технологическому регламенту процесса ее переработки. Через трубу 6 и распылитель 8 эмульсия реагентов поступает в пульпу и контактирует по всему объему кольцевого зазора с крупно-зернистой фракцией, которая выводится из устройства через разгрузочный патрубок 9.

Сгущенный продукт, имеющий практически однородную крупнозернистую фракцию, и слив соединяются в смесителе-пульпоотделителе, где происходит перераспределение реагента с поверхности крупных частиц на поверхность мелких для дальнейшего процесса сгущения пульпы.

#### 4.4. Сгущение шлама и его перемешивание с дробленым боем брикетов и крошкой

Влияние физико-механических свойств различных сред на результат их перемешивания и использование расчетных зависимостей для нахождения времени перемешивания, потребляемой мощности и других параметров исследовали многие.

Основная сложность этих исследований заключалась в определении метода установления кажущейся или, как ее принято называть для аппаратов с мешалками (шнеком, лопастями), эффективной вязкости.

Распределение скоростей перемешиваемой среды (дробленой крошки и твердой фазы высококонцентрированной пульпы) по радиусу и длине аппарата с перемешивающими устройствами (шnek, лопасти) происходит весьма неравномерно.

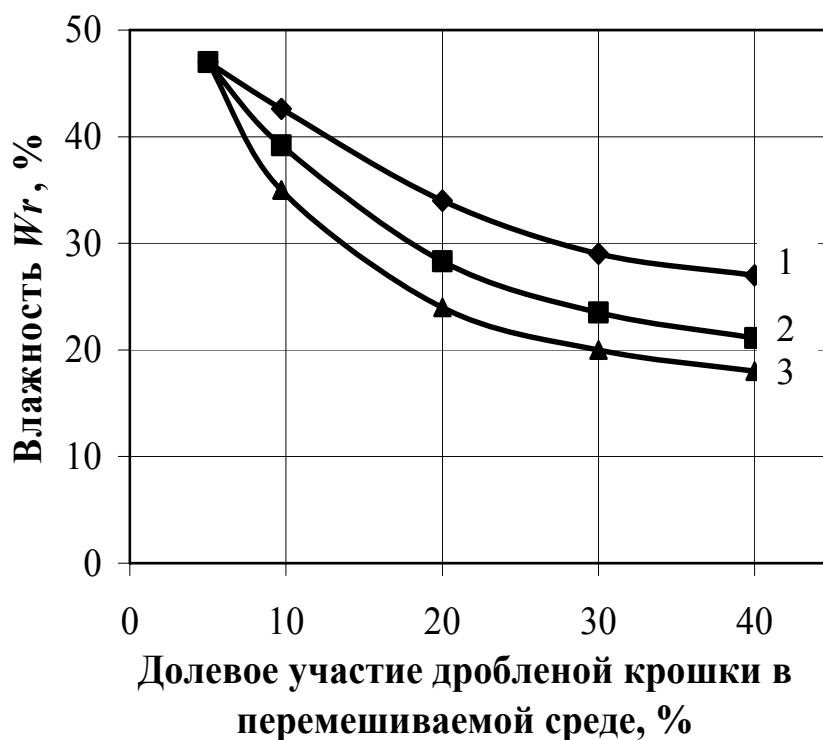
Решение инженерных задач связано с определением усредненной эффективной вязкости при усредненном градиенте скорости перемешиваемой среды в аппарате. Метод определения такой вязкости через усредненный градиент скорости основан на допущении, что зависимость усредненного градиента скорости перемещения среды в аппарате с мешалкой пропорциональна частоте ее вращения.

Этот метод позволяет определить усредненное значение скорости сдвига в аппарате данной конструкции при любых частотах вращения перемешивающего устройства на основании известных экспериментальных зависимостей.

Рациональным режимом работы аппарата с перемешивающим устройством (шнеком, лопастями) называют такой, при котором при минимальных затратах мощности достигаются эффективные условия ведения процесса перемешивания.

Рациональные режимы работы перемешивающих аппаратов определяют по заданным параметрам технологического процесса перемешивания с учетом свойств перемешиваемой среды, времени протекания процесса, степени заполнения данного устройства, гранулометрического состава дробленой крошки и твердой фазы высококонцентрированной пульпы, ее реологических свойств и др.

Время перемешивания – это период, необходимый для достижения заданной влажности перемешиваемой среды в аппарате. При этом учитывается доленое участие дробленой крошки и твердой фазы высококонцентрированной пульпы (рис. 4.6).



**Рис. 4.6.** Кривые зависимости влажности перемешиваемой среды от долевого участия в ней дробленой крошки с различной концентрацией твердой фазы пульпы:

1 – при  $c = 300 \text{ кг/м}^3$ ;

2 – при  $c = 400 \text{ кг/м}^3$ ;

3 – при  $c = 500 \text{ кг/м}^3$

Для процесса сгущения принят полочный сгуститель с наклонными пластинами. Его преимущества: относительно высокая производительность при небольшой занимаемой площади; отсутствие движущихся частей и привода, а также незначительный износ деталей и малые эксплуатационные расходы [44].

Эффективная площадь осаждения в полочном сгустителе соответствует сумме площадей всех пластин, спроектированных на горизонтальную плоскость. Производительность этого сгустителя в двадцать раз больше по сравнению с обычным сгустителем того же объема.

#### 4.5. Схема переработки бурогоугольного шлама

Технологическая схема переработки бурогоугольных шламов (рис. 4.7) включает следующие операции: безреагентную флото-сепарацию, отдельное кондиционирование, сгущение, перемешивание, обезвоживание, бункерование, дозировку с перемешиванием.

В сборную емкость (зумпф) поступает шламовая вода (смыв

полов промплощадок, территории фабрики, обеспыливание штемпельного пресса, мокрое пылеулавливание) в объеме  $125 \text{ м}^3/\text{ч}$  с содержанием твердого  $10\text{--}30 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Вся шламовая вода сепарируется на всплывшую и потонувшую фракции в безреагентном флотосепараторе. Потонувшая фракция шламовой пульпы подвергается отдельному кондиционированию и подается на сгущение в пластинчатый сгуститель.

Для интенсификации процессов осаждения, сгущения и отдельного кондиционирования шлама применяют полиакриламид, расход которого составляет  $40 \text{ г}/\text{т}$ . Всплывшую фракцию удаляют в устройство для ее сбора и перемешивания со сгущенным шламом потонувшей фракции. После перемешивания смесь шламов обезвоживают на вибросите и транспортируют в бункер обезвоженного шлама.

По полученным экспериментальным и расчетным данным выбрано оборудование для реализации предлагаемой схемы по переводу фабрики на замкнутый цикл водоснабжения и переработке отходов в виде шламов и брикетной крошки.

Сгущенный шлам и всплывшую фракцию после сепарации подвергают перемешиванию. Для этого применяют лопастной смеситель либо другое аналогичное устройство.

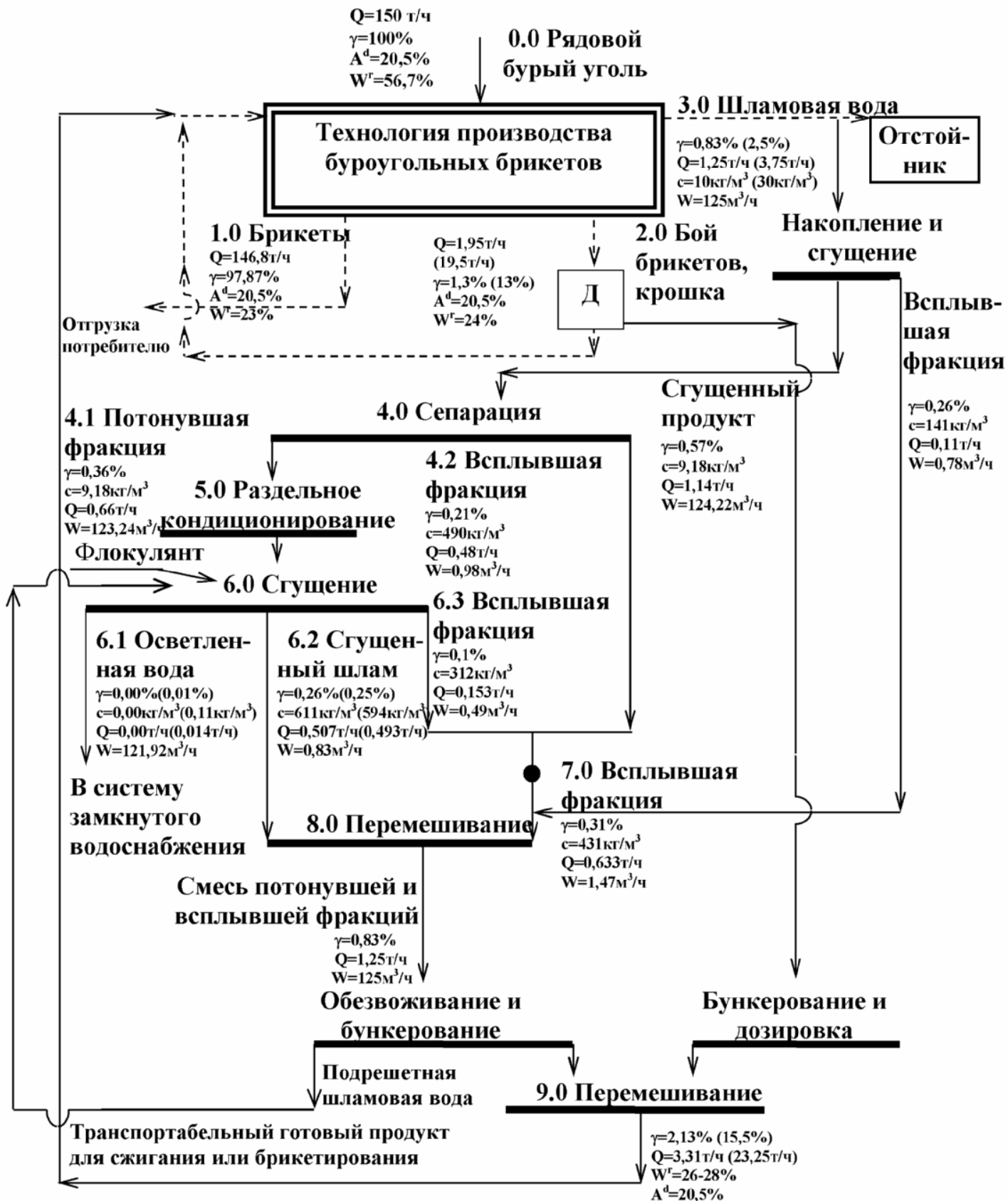
Смесь потонувшей и всплывшей фракций направляют для обезвоживания на вибросито, а затем на бункерование и дозировку.

Бой брикетов и брикетную крошку подвергают дроблению до крупности менее  $3 \text{ мм}$  и направляют в бункер дробленной крошки. Затем крошку подают на сборный герметичный шнек, на который из бункера обезвоженного шлама дозируют шлам при помощи лопастного дозатора. С помощью герметичного шнека смесь шлама и крошки направляют на перемешивание до получения сыпучего транспортабельного продукта, который далее поступает в бункер для отгрузки его потребителю.

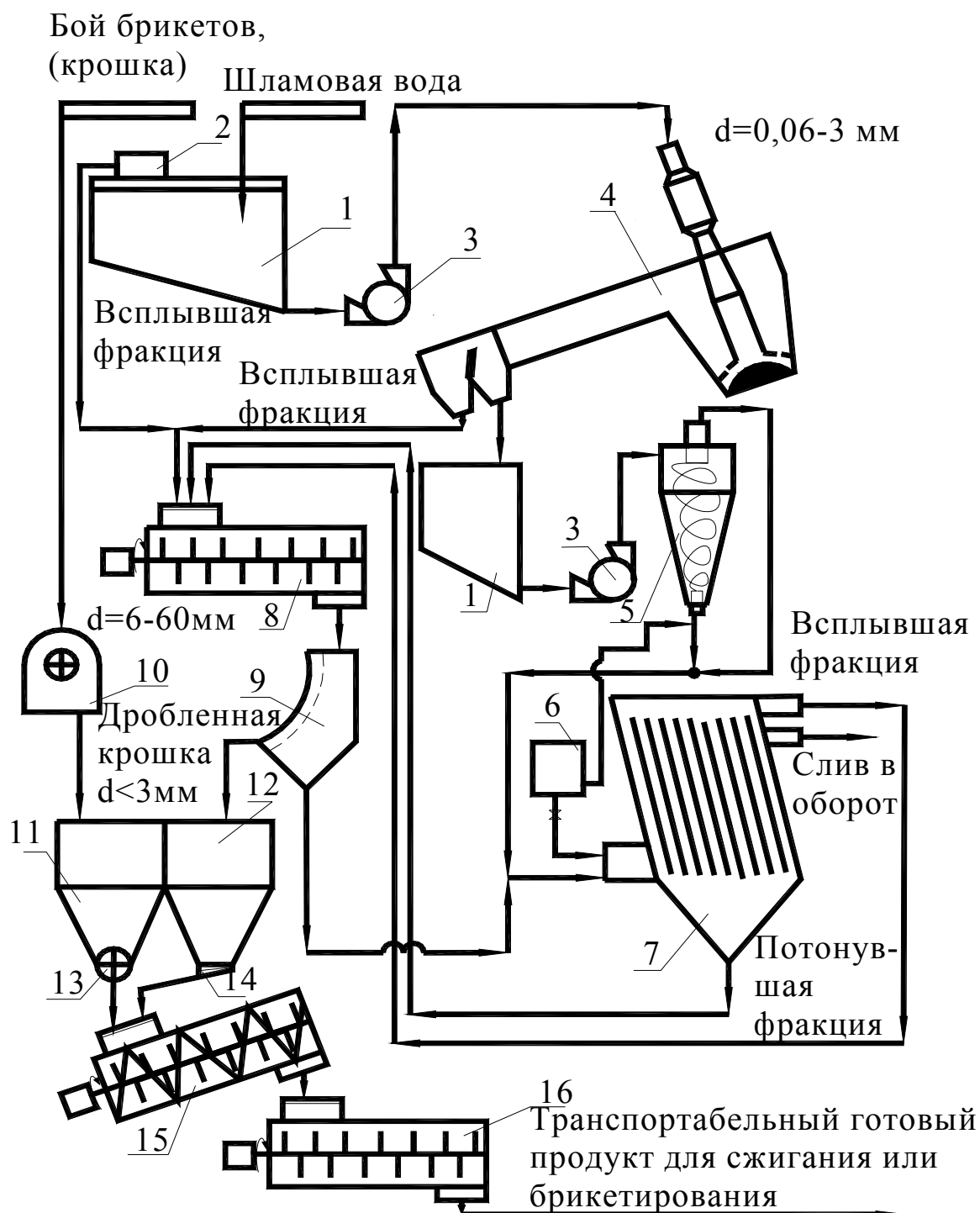
Продукт перемешивания является транспортабельным готовым для сжигания на ТЭЦ или направляется для подготовки к брикетированию [20–23].

Схема цепи аппаратов по переработке отходов брикетной фабрики изображена на рис. 4.8.





*Рис. 4.7. Применяемая (-----) и предлагаемая (——) технологические схемы переработки буроугольных шламов*



**Рис. 4.8. Схема цепи аппаратов по переработке отходов  
брикетной фабрики: 1 – емкость; 2 – реверсивная тележка;  
3 – насос; 4 – флотосепаратор; 5 – устройство для отдельного  
кондиционирования; 6 – дозатор ПАА; 7 – полочный сгуститель;  
8 – смеситель; 9 – вибросито; 10 – дробилка; 11, 12 – бункер;  
13 – лопастной дозатор; 14 – дозатор; 15 – герметичный шнек;  
16 – смеситель**

## **Вывод**

Разработана технология переработки бурогоугольного шлама и крошки брикетных фабрик, а также по переводу их на замкнутый цикл водоснабжения (концентрация твердой фазы в осветленной воде не превышает  $0,11 \text{ кг/м}^3$ ) с получением 23 т/ч (при производительности фабрики 150 т/ч) транспортабельного готового продукта для сжигания либо брикетирования. Основное оборудование для такой технологии переработки шлама и крошки может быть изготовлено в условиях самой фабрики.