

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ К ТРУБНЫМ МЕЛЬНИЦАМ

Прочность твердого тела зависит не только от его строения, но и от физико-механических свойств окружающей среды, под которой понимают среду, насыщенную парами поверхностно-активных веществ (ПАВ) или непосредственно контактирующих с телом. Влияние ПАВ на процесс разрушения материалов объясняет эффект адсорбционного понижения прочности, открытый академиком Ребиндером П.А. [1]. ПАВ понижает поверхностную энергию разрушаемого материала, уменьшая работу образования новых поверхностей. Тончайшие пленки ПАВ обладают большим избытком свободной энергии, которая образуется за счет энергии смачивания.

Механизм процесса снижения твердости материалов показан в ряде работ Ребиндера П.А. [1], Карибаева К.К. [2], Иванова А.Н. [3-5], Исследования П.А. Ребиндера показали, что скорость бурения твердых пород может быть увеличена на 20 – 60 % путем добавления к нагнетаемой воде 0,01 – 0,1 % некоторых электролитов. При этом для эффективности действия ПАВ (какими являются и электролиты) наиболее важным является образование большого количества микротрещин в материалах [1, 2].

Механизм процесса измельчения материалов в некоторой степени схож с механизмом процесса бурения, что и позволило применить ПАВ для интенсификации процесса измельчения материалов.

Цемент измельчается в 3 этапа. На первом этапе работа измельчения до 1200 – 1500 см<sup>2</sup>/г пропорциональна вновь образующейся поверхности. На втором этапе работа измельчения до 2300 – 2700 см<sup>2</sup>/г значительно увеличивается. На третьем этапе при размоле клинкера свыше 2700 прямолинейная зависимость, присущая первым двум этапам нарушается, что

вызвано явлениями налипания и агрегирования. Эти явления резко ухудшают условия процесса измельчения клинкера, уменьшают производительность мельниц на 20-25% и повышают температуру внутри них.

Введение поверхностно-активных веществ является одним из основных методов интенсификации самого энергоемкого третьего этапа помола и борьбы с налипанием и агрегированием. Считают, что процесс налипания возникает от запрессовки частиц цемента в дефекты поверхности мелющих тел и футеровки [1, 2]. Другие авторы налипание и агрегирование объясняют адсорбированием из окружающей среды молекул паров и газов. Третьи связывают это с электростатической теорией двойного электрического слоя [1, 2].

Для эффективности действия ПАВ наиболее важным является образование большого количества микротрещин в материалах [1, 2]. Разрушение материалов происходит при расширении существующих микротрещин образовании новых зародышевых трещин. Проникая в зародышевые трещины, ПАВ резко увеличивают вероятность развития этих дефектов структуры и для разрушения тела при этом требуется значительно меньшее усилие.[1, 2] Кроме того адсорбирование ПАВ создает оболочку вокруг частиц материала, тем самым предотвращая агрегирование и налипание.

В качестве ПАВ широкое распространение получили отходы целлюлозно-бумажной промышленности – лигносульфонаты технические модифицированные (ЛСТМ), имеющие высокую вязкость [2, 3, 5]. На цементные заводы ЛСТМ поступает в виде 50% водного раствора в железнодорожных цистернах[3, 4, 5]. После их разгрузки ЛСТМ хранится в специально обо-

рудованных ямах, откуда насосом периодически подается в бак возле мельницы цеха «Помол», где водой растворяется до 10-15% концентрации и затем из него насосом-дозатором подается в пневмофорсунку для распыла ЛСТМ в мельницу.

На рис. 1 представлена распространённая на цементных заводах схема, подачи ПАВ к трубным мельницам, включающая подогрев паром и разбавление ПАВ водой. Она состоит из расходных бачков воды 1 и ПАВ 2, наполнение бачков регулируется сигнализаторами уровня 9 и 10. Сигнализатор уровня ПАВ сблокирован с насосом-дозатором 8., привод которого соединен с тарельчатым питателем мельницы. Вода подается самотеком через электромагнитный клапан 3, расход ее контролируется счетчиком 4. В мельницу 5 водный раствор подается форсункой в распыленном виде. Для предотвращения загустевания предусмотрен подогрев ПАВ в

расходном баке (до  $60^{\circ}\text{C}$ ) и обогрев трубопроводов (паровая рубашка). Воздух в форсунку поступает от вентилятора 7. Конфигурация форсунки обуславливает создание факела с углом раскрытия  $18^{\circ}$ . Для предотвращения попадания ПАВ на межкамерную перегородку форсунка наклонена вниз под углом  $15^{\circ}$ . Форсунка работает при скорости в горловине 80 м/с и плотности орошения  $0,8\text{ л/м}^3$ .

Такая схема подачи вязких ПАВ к мельницам имеет ряд недостатков:

1. Так как согласно результатов наших расчётов[5] вязкость 50% водного раствора ЛСТМ большая ( $230\text{сП}$  при  $20^{\circ}\text{C}$  и  $1000\text{сП}$  при  $0^{\circ}\text{C}$ ), то перекачка его насосом от места разгрузки до цеха «Помол» даже в летнее время требует значительного расхода электроэнергии на обогрев довольно длинной трассы.

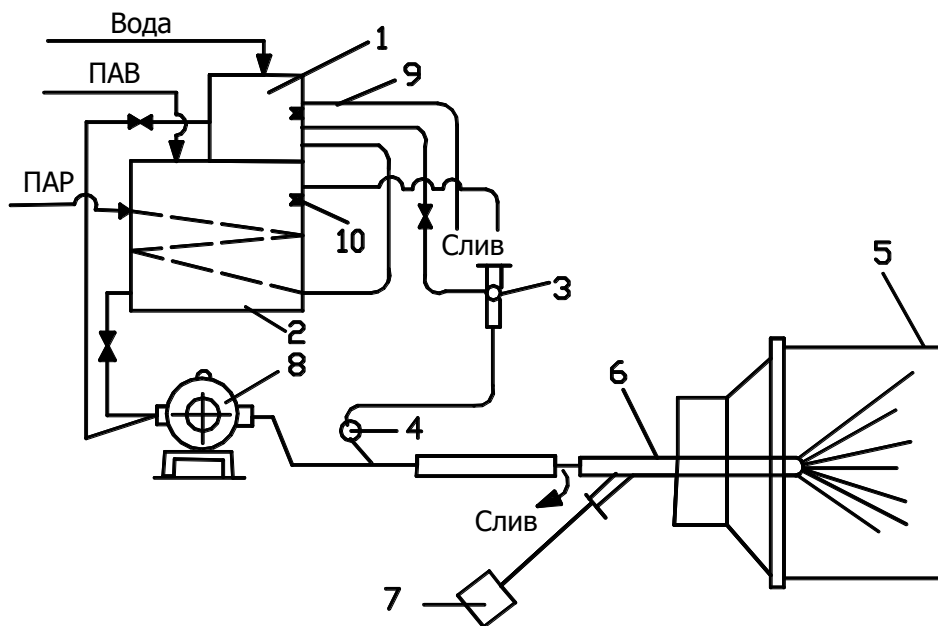


Рис.1. Схема установки для подачи и распыления воды и ПАВ

2. Зимой вязкость резко возрастает и для транспортировки ЛСТМ необходимо обогревать транспортирующую трубу до  $60^{\circ}\text{C}$ , с целью снижения вязкости ЛСТМ и возможности его транспортировки к цеху.

3. Наличие дорогостоящих насосов-дозаторов (обычно это плунжерные насосы высокого давления, они ненадёжны в работе и быстро забиваются).

4. Ввод ЛСТМ в мельницу осуществляется по трубе, соосной с корпусом мельницы. Из-за этого капли ЛСТМ ударяются в начале мельницы в контур мелющей загрузки, а не подаются, на требуемые участки по длине мельницы.

Для устранения указанных недостатков авторы предлагают следующее:

Разбавлять ЛСТМ с 50% до 10-15% водной концентрации не в цехе «Помол»,

а сразу возле места разгрузки цистерн. Для этого использовать струйный эжектор (рис.2). В качестве рабочего агента по трубе 1 подают воду. В этом случае одновременно решается две задачи: разбавление ЛСТМ до нужной концентрации и транспортировка его из ямы. С целью стабилизации работы эжектора 2 на трубе 1, подающей воду, устанавливается редуктор, а сам эжектор размещают на поплавке 3,

чтобы избежать влияния уменьшающегося уровня ЛСТМ на стабильность работы эжектора. Под действием разрежения по всасывающему патрубку 4 водный 50% раствор ЛСТМ из емкости 5 засасывается в эжектор и подается в магистраль транспортировки уже разбавленного до 12,5% водного раствора ЛСТМ.

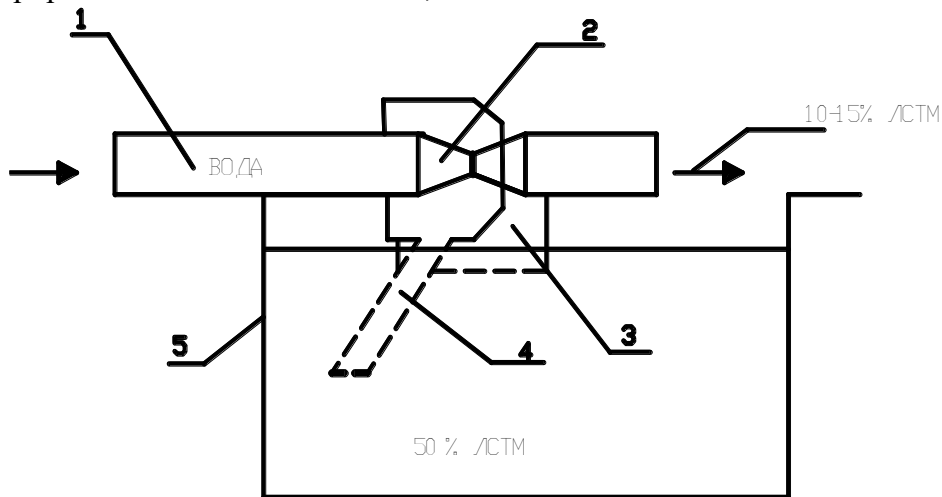


Рис. 2. Схема установки эжектора

Контроль концентрации ЛСТМ ведут по плотности эмульсии. Согласно результатам наших исследований при концентрациях (в %) 10; 15 и 20) величины плотностей (в  $\text{т/м}^3$ ) соответственно равны: 1,037; 1,064 и 1,075.

2. Вместо насосов-дозаторов использовать напорные баки с подачей самотеком ПАВ к пневмофорсунке. Так как расход ЛСТМ небольшой (2,5л/мин. для мельниц 3,2х15м и 4л/мин. для мельниц 4х13,5м), то баки над мельницами можно наполнять периодически. С целью исключения влияния уровня раствора на его расход можно использовать трубку Мариотта [7].

3. Трубу, подающую ПАВ к пневмофорсунке, располагать не коаксиально с корпусом мельницы, а эксцентрично так, чтобы распыл капель ПАВ осуществлялся в свободное от контура мелющей загрузки пространство.

На основе вышеприведенного, учитывая малые расходы ПАВ, авторы предлагают без использования насос-до-

заторов следующую схему при периодической работе насоса (рис. 3).

Над каждой мельницей устанавливают свой расходный бак с ПАВ и пневмофорсунку продувают сжатым воздухом до и после подачи ПАВ, с целью ликвидации «зарастания» ее измельчаемым материалом (особенно в цементных мельницах). Схема работает следующим образом. Из емкости 1 эмульсия 10-15% ЛСТМ центробежным насосом 2 подается в герметичные расходные баки с трубкой Мариотта 3 и через нижние краны 4 самотеком поступает в пневмофорсунки для распыла на требуемые участки внутри мельницы. Для контроля верхнего и нижнего уровней эмульсии в баках установлены сигнализаторы уровня СУ, исключающего влияние опускающегося уровня периодически наполняемой емкости 1 на стабильную работу центробежного насоса 2.

В расходных баках над мельницами это условие обеспечивает трубка Мариотта 3 [7] и поэтому расход эмульсии самотеком из бака зависит от величины зазора между торцом трубки 3 и днищем

бака, которая постоянна. В этой связи сигнализаторы нижнего уровня СУЗ должны быть расположены выше этого зазора. При остановке какой либо из мельниц, перекрывается соответствующий верхний кран 4. С целью предохранения от загрязнений

на всасывающей трубе центробежного насоса 2 установлен фильтр 5. Важным в этой системе является возможность регулирования уровня в баках и поддержание его постоянным.

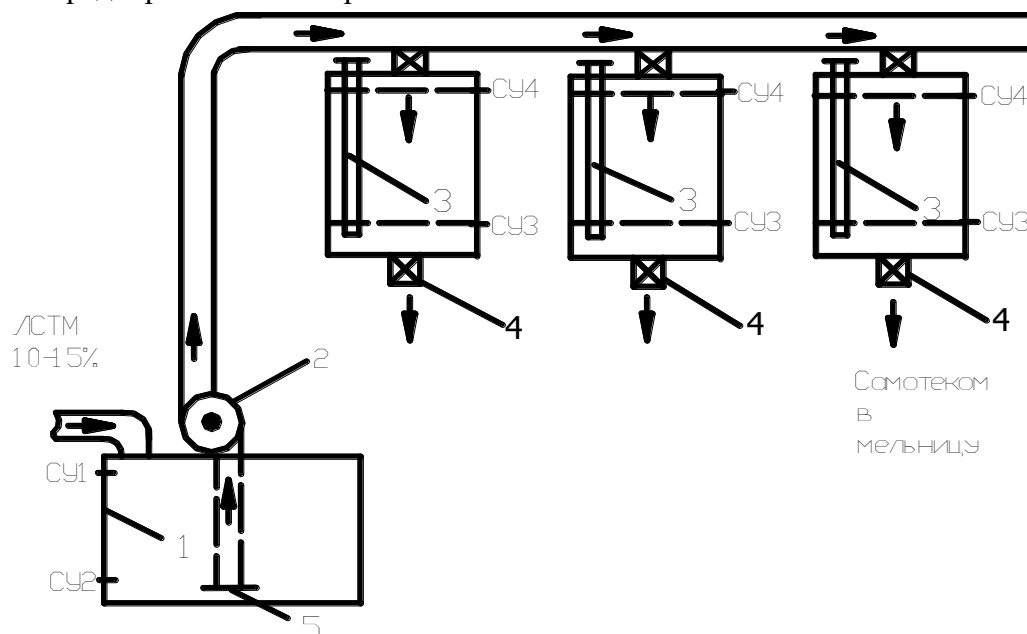


Рис. 3. Новая схема подачи ПАВ при периодической работе насоса

## Выводы:

Разработана энергосберегающая система для транспортирования вязких растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ) к трубным цементным мельницам. Определена вязкость водных растворов различных концентраций для лигносульфонатов технических модифицированных (ЛСТМ1) являющихся отходами целлюлозно-бумажной промышленности. Рекомендуется вязкие концентрированные растворы ПАВ сразу после доставки к месту нахождения цементного завода при разгрузке их из цистерны в приёмную ёмкость использовать водяной эжектор за счёт разбавления ПАВ водой до нужной концентрации согласно технологического режима и одновременно подавать раствор далее к трубным мельницам.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Ребиндер П.А. Поверхностно-активные вещества. М., 1961 – 347с.
2. Карибаев К.К. Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов. - Алма-ата: Наука, 1980. - 336с.
3. Иванов А.Н., Чудный А.Ю. Использование отходов производств в качестве интенсификаторов помола. –Белгород: Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, № 8, 2004. Часть IV. - с. 153-159.
4. Иванов А.М. Шляхи інтенсифікації процесу подрібнення. // Вісник НТУ «ХПІ». Хімія, хімічна технологія та екологія. Харків: НТУ «ХПІ», 2006. - Вип. 44. – С.151-157.
5. Иванов А.Н., Балера Н.Д., Гребенник П.В., Богданов Д.В. Методика расчёта транспортирования вязких поверхностно-активных веществ в трубные мельницы. Межвузовский сборник статей. - Белгород: 2010. – Вып. 1X. - С.177-182
6. Иванов А.Н., Сиромолот С.В. Использование поверхностно-активных веществ для интенсификации помола в трубных мельницах. / «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит», 2014. - Вип.7(125) – С.48-54
7. Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1981. – Книга первая. - 384 с.