

УДК 622.7

**А.П. ГОРБАЧЕВА**

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

### **ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА УСТОЙЧИВОСТИ МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ**

При обогащении в тяжелых средах одной из важных составляющих является детальное изучение параметра устойчивости суспензии. Под термином "устойчивость суспензии" понимается способность тонкодисперсного порошка тяжелого твердого вещества находиться в дисперсионной среде во взвешенном состоянии в течение длительного промежутка времени. Устойчивость будет тем выше, чем выше концентрация и дисперсность твердого вещества. Данный параметр можно характеризовать как обратную величину скорости образования осадка. Устойчивость коллоидно – дисперсных суспензий, осаждение которых может продолжаться длительный период, практически стремится к бесконечности. Устойчивость можно характеризовать коэффициентом устойчивости, который является временем для осаждения одного объемного или весового процента твердого вещества при полном или частичном осаждении суспензии [1]. От данного параметра зависит то, как будет протекать процесс обогащения. Одними из главных задач является поддержать стабильность протекания процесса, свойство текучести суспензии, создать условия для того, чтобы твердая фаза находилась во взвешенном состоянии, подобрать наиболее рациональную концентрацию твердой фазы, а также необходимо изучить, как будет вести себя вязкость магнетитовой суспензии при различной скорости осаждения суспензии и концентрации. Для того, чтобы проанализировать как ведет себя суспензия и как влияют на ее устойчивость выше приведенные параметры, был проведен эксперимент по определению времени и скорости осаждения твердой фазы. Эксперимент проводился при применении магнетитовой суспензии с разной концентрацией утяжелителя для определения скорости осаждения обесшламленной магнетитовой суспензии и при добавлении тонких частиц глины.

При проведении эксперимента была использована магнетитовая суспензия с концентрациями 800, 900 г/л. Для того, чтобы исследовать влияние шлама на скорость осаждения, был использован шлам, представленный глиной, с концентрациями 200, 300 г/л.

Исследование проводилось в мерном цилиндре объемом 1 л, диаметром 12 см.

Высота осветления суспензии была найдена исходя из математического выражения объема цилиндра по ниже приведенной формуле (2), выведенной из выражения (1):

$$V = H \pi r^2. \quad (1)$$

$$H = \frac{V}{\pi r^2}. \quad (2)$$

Результаты исследования скорости осаждения и осветления магнетитовой суспензии при концентрации магнетита 800 г/л представлены в таблице 1

*Таблица 1*

Результаты исследования высоты осветления магнетитовой суспензии при различной концентрации магнетита

<i>t, c</i>	<i>C</i> = 800 г/л	<i>C</i> = 800 г/л; <i>C</i> <sub>шл</sub> = 200	<i>C</i> = 800 г/л; <i>C</i> <sub>шл</sub> = 300 г/л	<i>C</i> = 900 г/л
	<i>H</i> <sub>осв</sub> , м	<i>H</i> <sub>осв</sub> , м	<i>H</i> <sub>осв</sub> , м	<i>H</i> <sub>осв</sub> , м
	0,4582	0,0159	0,0053	0,0433
30	0,4600	0,0177	0,0071	0,0438
60	0,4644	0,0195	0,0088	0,0442
90	0,4689	0,0265	0,0106	0,0447
120	0,4733	0,0310	0,0124	0,0451
150	0,4777	0,0354	0,0133	0,0456
180	0,4821	0,0398	0,0142	0,0460
210	0,4866	0,0442	0,0150	0,0462
240	0,4910	0,0487	0,0159	0,0465
270	0,4954	0,0531	0,0168	0,0469

Из данных таблицы 1 можно сделать вывод, что магнетитовая суспензия осветляется по истечению времени, но при этом, чем больше времени проходит, тем менее интенсивно происходит данный процесс.

Это связано с тем, что сразу же после перемешивания магнетитовой суспензии происходит активное осаждение твердой фазы. Вначале осаждаются более крупные частицы, а затем мелкие продолжают свое осаждение уже с меньшей скоростью, таким образом, способствуя поддержанию устойчивости и некой стабильности исследованной суспензии.

Для того, чтобы исследовать как будет вести себя суспензия при иных условиях, было добавлено 100 г магнетита для увеличения ее концентрации до 900 г/л.

При добавлении большего количества твердой фазы, устойчивость суспензии должна увеличиваться и обеспечивать поддержание частиц во взвешенном состоянии. При проведении эксперимента с повышенным содержанием магнетита предполагается повышение стабильности суспензии для более точного проведения процесса обогащения в тяжелых средах.

Высота осветления магнетита действительно снизилась, и это привело к более стабильному поведению суспензии. Однако, так как данный параметр понизилась незначительно, в суспензию была добавлена глина количеством 200 г, а концентрация магнетита снова составила 800 г/л.

По результатам исследования можно сделать вывод, что наличие шлама в суспензии приводит к значительному снижению высоты осветления магнетитовой суспензии, что должно благоприятно влиять на стабильность суспензии.

## **Гравітаційна сепарація**

Для того, чтобы убедиться в положительном влиянии наличия шлама в суспензии на ее устойчивость и стабильность, было увеличено концентрацию шлама до 300 г/л и проведено исследование.

По результатам эксперимента выявлено, что высота осветления магнетита очень мало изменяется при увеличении времени осаждения. Таким образом, высота суспензии поддерживается на примерно одинаковом уровне и способствует стабильности параметров, влияющих на процесс обогащения.

Для сравнения результатов скоростей осветления, в таблице 2 приведены рассчитанные скорости осветления магнетитовой суспензии при применении различной концентрации твердой фазы и при добавлении шлама.

Скорость осветления были рассчитаны, как скорость осветления прямо пропорциональна высоте осветления и обратно времени осветления магнетитовой суспензии.

*Таблица 2*

Результаты скоростей осветления магнетитовой суспензии при различной концентрации

$t, c$	$C = 800 \text{ г/л}$	$C = 900 \text{ г/л}$	$C = 800 \text{ г/л};$ $C_{шл} = 200$	$C = 800 \text{ г/л};$ $C_{шл} = 300 \text{ г/л}$
	$V, \text{ м/с}$	$V, \text{ м/с}$	$V, \text{ м/с}$	$V, \text{ м/с}$
0	5,89762E-05	1,4744E-05	5,89762E-05	5,89762E-05
30	7,37202E-05	7,37202E-06	2,94881E-05	5,89762E-05
60	4,91468E-05	4,91468E-06	7,86349E-05	5,89762E-05
90	3,68601E-05	3,68601E-06	3,68601E-05	5,89762E-05
120	2,94881E-05	2,94881E-06	2,94881E-05	2,94881E-05
150	2,45734E-05	2,45734E-06	2,45734E-05	2,94881E-05
180	2,10629E-05	8,42517E-07	2,10629E-05	2,94881E-05
210	1,84301E-05	1,4744E-06	1,84301E-05	2,94881E-05
240	1,63823E-05	1,31058E-06	1,63823E-05	2,94881E-05

По данным таблицы 2 можно сделать вывод, что скорости осветления магнетитовой суспензии меняются с приблизительно одинаковым интервалом, что свидетельствует о стабильной суспензии.

Для наглядного представления экспериментальных данных на рисунке 1 изображена графическая форма изменений высоты осветления суспензии в зависимости от времени осаждения и при различной концентрации твердой фазы.

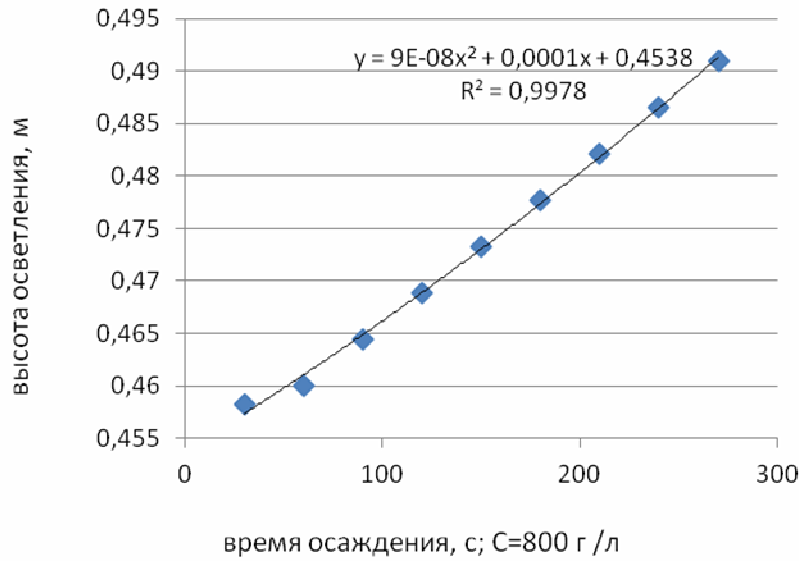


Рис. 1. Графическое изображение высоты осветления магнетитовой суспензии при концентрации магнетита 800 г/л

На рисунке 2, 3, 4,соответстваенно приведены изменения скорости осветления магнетитовой суспензии без глиняного шлама и при концентрации магнетита 900 г/л и при концентрации магнетита 800 г/л и глиняного шлама 200 г/л и 300 г/л.

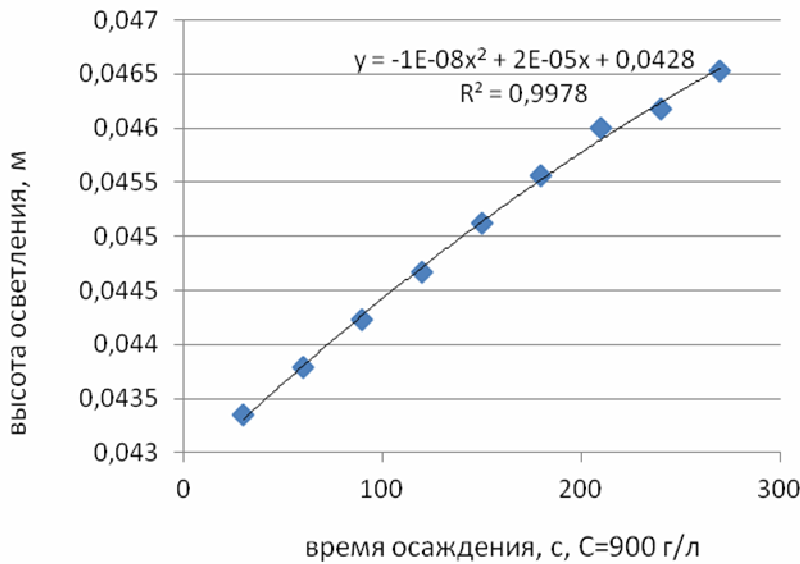


Рис. 2. Графическое изображение высоты осветления магнетитовой суспензии при концентрации магнетита 900 г/л

## Гравітаційна сепарація

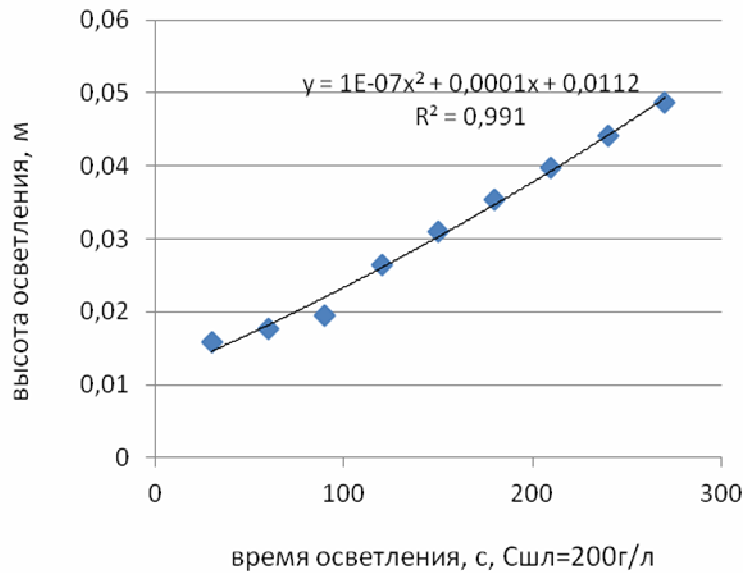


Рис. 3. Графическое изображение высоты осветления магнетитовой суспензии при концентрации магнетита 800 г/л и шлама 200 г/л

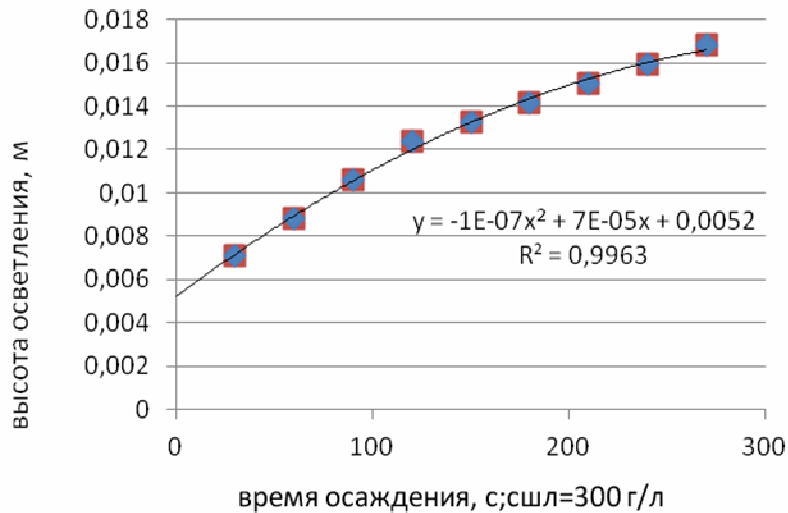


Рис. 4. Графическое изображение высоты осветления магнетитовой суспензии при концентрации магнетита 800 г/л и шлама 300 г/л

По данным рисунков и уравнению линии тренда можно определить поведение скорости осветления магнетитовой суспензии.

Продифференцировав уравнения линий тренда, получили следующие теоретические показатели скоростей.

Таблиця 3

Теоретические показатели скоростей осветления магнетитовой суспензии

$t, c$	$C = 800 \text{ г/л}$	$C = 900 \text{ г/л}$	$C = 800 \text{ г/л};$ $C_{шл}=200 \text{ г/л}$	$C = 800 \text{ г/л};$ $C_{шл} = 300 \text{ г/л}$
	$V$	$V$	$V$	$V$
30	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
60	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
90	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
120	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
150	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
180	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
210	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
240	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006
270	0,00010	0,00002	0,00010	0,00006

Из данных таблицы 3 можно сделать вывод, что скорость осветления суспензии изменяется стабильно и в не зависимости от времени сохраняет свое значение.

Для наглядности, на рисунке 5 приведен график зависимости скорости осветления суспензии от времени.

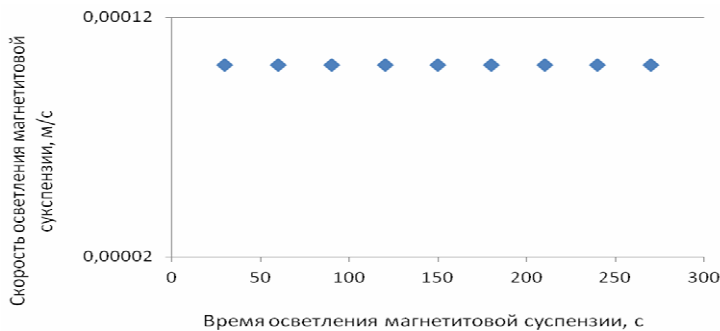


Рис. 5. График зависимости скорости осветления суспензии от времени

Данные на рисунке показывают результаты эксперимента при концентрации магнетита 900 г/л.

Для того чтобы определить насколько повышение устойчивости суспензии окажет положительное влияние на процесс обогащения, необходимо также учитывать, как повышение данного параметра будет влиять на вязкость суспензии, которая имеет воздействие на текучесть и на точность разделения компонентов.

Вязкость была найдена из ниже приведенной формулы (3) [2]:

$$\mu = \frac{d^2(\delta - \Delta)g}{18\nu} \tag{3}$$

## Гравітаційна сепарація

Вязкости, найдены по данной формуле при разной концентрации и при разной скорости осветления, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты исследования влияния скорости на вязкость магнетитовой суспензии

$t, c$	$C = 800 \text{ г/л}$		$C = 800 \text{ г/л};$ $C_{\text{шл}} = 200 \text{ г/л}$		$C = 800 \text{ г/л};$ $C_{\text{шл}} = 300 \text{ г/л}$		$C = 900 \text{ г/л}$	
	$V, \text{ м/с}$	$\mu, \text{ Пас}$	$V, \text{ м/с}$	$\mu, \text{ Пас}$	$V, \text{ м/с}$	$\mu, \text{ Пас}$	$V, \text{ м/с}$	$\mu, \text{ Пас}$
30	0,00010	0,07615	0,00010	0,07630	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
60	0,00010	0,07615	0,00010	0,07630	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
90	0,00010	0,07615	0,00010	0,07630	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
120	0,00010	0,07615	0,00010	0,07630	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
150	0,00010	0,07615	0,00010	0,07630	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
180	0,00010	0,07615	0,00010	0,07629	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
210	0,00010	0,07615	0,00010	0,07629	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
240	0,00010	0,07615	0,00010	0,07629	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150
270	0,00010	0,07614	0,00010	0,07629	0,00006	0,12824	0,00002	0,38150

Из таблицы 4 можно сделать вывод, что при большей устойчивости суспензии, то есть при уменьшении скорости ее осаждения, вязкость значительно увеличивается и достигает больших параметров, которые превышают нормы для нормального проведения процесса тяжелосредного обогащения.

Для успешного разделения угля и породы в тяжелых средах соотношение их плотностей различаться как можно больше. Однако, на практике, в угле содержатся сrostки, и границы в удельном весе между разделяемыми компонентами нет. Часто в угле содержатся до 10-15% сrostков промежуточного удельного веса между чистым углем и породой. Часть из них имеет близкий удельный вес к удельному весу разделяющей среды и разделение их, особенно при значительной вязкости суспензии является затруднительным. Уголь со сrostками распределяется между продуктами обогащения не только в зависимости от плотности среды, но и от гидравлических и механических особенностей обогатительного аппарата.

Также можно повысить устойчивость суспензии путем уменьшения удельного веса диспергированного вещества. Данный процесс осуществляется путем подбора однородного состава утяжелителя. Для этого используется глина, которая повышает устойчивость суспензии.

### Выводы

В результате исследования устойчивости магнетитовой суспензии было выявлено, что скорости осветления магнетитовой суспензии меняются с приблизительно одинаковым интервалом, что свидетельствует о стабильной суспензии, а вязкость при уменьшении скорости осаждения суспензии значительно увеличивается и достигает больших значений, которые превышают нормы для нормального проведения процесса тяжелосредного обогащения.

**Список литературы**

1. Землянский П.П. Обогащение угля в тяжелых средах. – М.: Углетехиздат, 1953. – 168 с.
2. Пилов П.И. Гравитационная сепарация полезных ископаемых: Учебное пособие. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2010. – 127 с.

© Горбачева А.П., 2016

*Надійшла до редколегії 28.02.2016 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*