

**УДК 504.064.4: 622.7**

Вахонина Т. Е., старший преподаватель

Клейн М. С., профессор, д.т.н.

Бронникова Е.О., аспирант ОПa-221

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Vakhonina T.E. Seniora Lecturer

Klein M.S., Professor, doctor of engineering sciences

Bronnikova E.O., graduate student

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

**ОЧИСТКА ШЛАМОВЫХ ВОД НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ  
ФАБРИКАХ****PURIFICATION OF SLIME WATER AT COAL PROCESSING PLANTS**

Развитие угольной промышленности возможно только при решении двух неразрывно связанные между собой геоэкологических проблем – рациональное использование природных энергетических ресурсов и охрана природной среды. Работу предприятий угольной отрасли, энергетики, коксохимии необходимо рассматривать как функционирование единой природно-технической системы, оказывающей заметное негативное влияние на экологическое состояние окружающей территории. В этом случае приоритетной задачей совершенствования работы системы должно стать снижение затрат природных ресурсов угля на получение единицы конечной продукции при минимальной величине общей экологической нагрузки на окружающую среду.

Важная роль при решении этой задачи принадлежит обоганительным фабрикам, которые, занимая промежуточное положение между добычей и использованием углей, имеют возможность при научно обоснованном управлении качеством продуктов переработки минимизировать величину общих техногенных воздействий на окружающую среду. Оптимизация эффективности природопользования всей природно-технической системы создает условия для применения экономичных ресурсосберегающих технологий добычи угля и экологически рациональных способов получения конечной продукции.

Высокие требования к качеству используемых углей еще раз подчеркивают необходимость обогащения большей части рядовых углей с получением угольного концентрата оптимального качества и важную роль углеобогащения при решении общих экологических задач угольной промышленности.

При сращивании природы и экономики понятие экологизация производства включает в себя решение как экологических, так и экономических задач. В этом случае направление на экологизацию углеобогательного производства предполагает:

1. Снижение экологической нагрузки на окружающую среду.
2. Сокращение потерь угля с отходами обогащения.
3. Увеличение выхода угольного концентрата оптимального качества.

На обогатительных фабриках гравитационное обогащение угля проводится с использованием оборотного водоснабжения технологических процессов (рис. 1), которое позволяет сократить забор свежей воды и предотвращает загрязнение рек и водоемов техногенными водами [1].

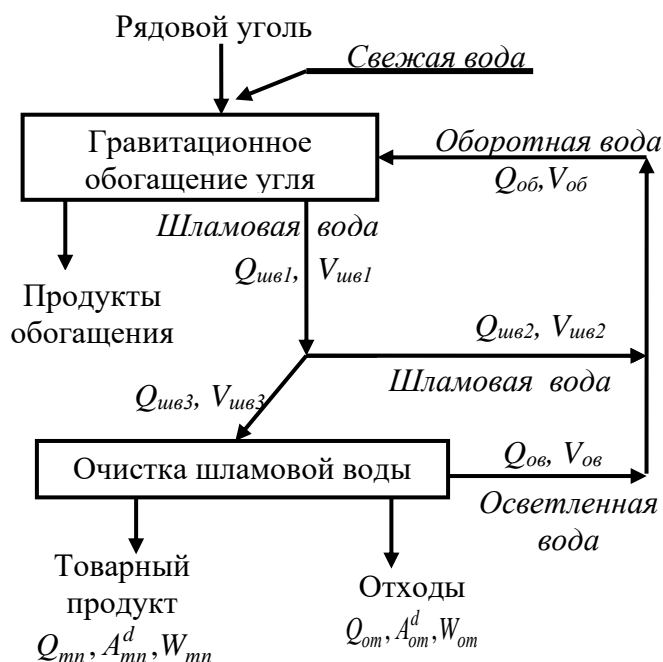


Рис. 1. Схема оборотного водоснабжения технологических процессов

При оборотном водоснабжении эффективность обогащения угля зависит от количества шламов в оборотной воде, влияющих на вязкость разделяющей среды. Уменьшение содержания шламов в оборотной воде позволяет сократить потери гравитационного концентрата, однако при этом одновременно увеличиваются затраты на очистку шламовых вод. Поэтому используют оборотную воду оптимального качества, соответствующего максимальным значениям эколого-экономических показателей (рис. 2).

Системы очистки шламовых вод, образующихся в результате накопления шламов в воде при гравитационном обогащении угля, решают важную задачу по обеспечению оборотного водоснабжения технологических процессов оборотной воды оптимального качества.

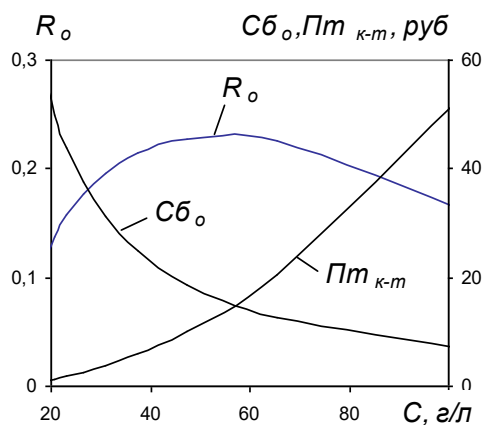


Рис. 2. Влияние качества оборотной воды ( $C$ ) на потери концентрата ( $Пm_{к-т}$ ), себестоимость ( $Сб_o$ ) и рентабельность ( $R_o$ ) очистки шламовой воды.

кое содержание в шламах тонкодисперсных частиц размером меньше 30

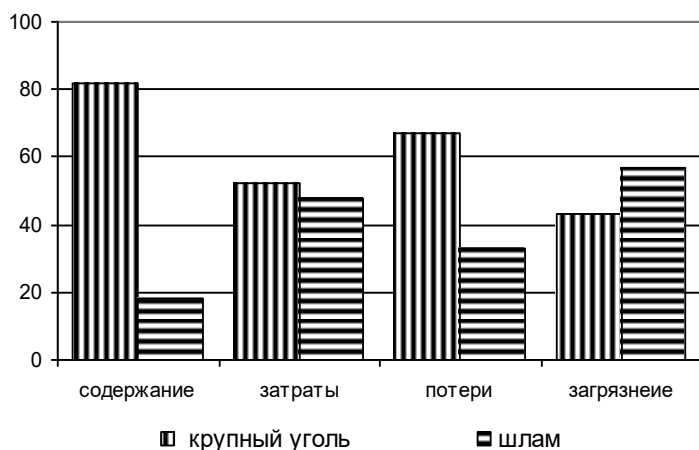


Рис. 3. Процентное участие крупного угля и шламов в рядовом угле, затратах производства, потерях с отходами и загрязнении окружающей среды

различного вида наружных отстойниках, загрязняющих окружающую среду.

При оборотном водоснабжении технологических процессов содержание твердого в шламовой воде зависит от количества циркулирующих с оборотной водой шламов. Улучшение качества оборотной воды достигается в основном увеличением коэффициента очистки  $K_{оч}$ , равного отношению объемов очищенной и всей шламовой воды. С увеличением коэффициента очистки  $K_{оч}$  снижается содержание твердого в шламовой воде  $C_m$ ,

Сравнительный анализ результатов работы фабрик указывает на особую значимость эффективной очистки шламовых вод. Приведенные на рис. 3 диаграммы показывают, что при содержании шламов в рядовых углях 15-20 % приведенные затраты на водно-шламовые процессы составляют 40-50 %, а потери угля со шламами – 25-30 % от общих потерь. При этом значительная часть до 60% техногенных воздействий на окружающую среду является результатом процессов очистки шламовых вод.

Одной из основных причин недостаточной эффективности отдельных операций схем очистки является высокое содержание в шламах тонкодисперсных частиц размером меньше 30 мкм, которое составляет 30-40 % и может доходить до 50-70 %. Высокая сложность разделения угольно-глинистых суспензий, содержащих большое количество тонкодисперсных частиц, объясняет низкую эффективность и высокую стоимость процессов обогащения и обезвоживания шламов [2].

Результатом неэффективной работы водно-шламовых систем угольных предприятий является огромное количество шламов, скопившихся в

что обеспечивает сокращение потерь гравитационного концентрата  $P_k$  и снижение его влажности после обезвоживания  $W_k$  (рис.4 ). Однако увеличение объемов очищенной шламовой воды связано со значительным ростом приведенных затрат на водно-шламовые процессы, что ограничивает

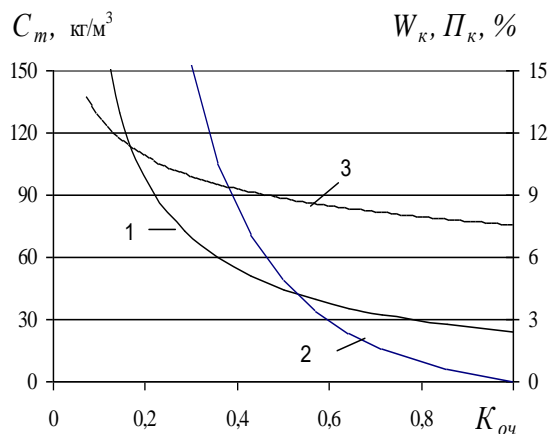


Рис. 4. Влияние коэффициента очистки  $K_{оч}$  шламовой воды на содержание твердого в технологической воде  $C_m$  (1), потери концентрата  $P_k$  (2) и влажность  $W_k$  (3).

возможности такого пути решения этой проблемы.

Поэтому, необходима интенсификация процессов очистки шламовых вод, обеспечивающая повышение скорости процессов и удельной производительности оборудования, что позволит без увеличения себестоимости очистки улучшить качество оборотной воды и эффективность гравитационного обогащения угля и обезвоживания концентрата.

Другой не менее важной задачей водно-шламовых процессов является выделение из шламовых вод твердой фазы с получением кондиционных по зольности и влаге товарных продуктов, т.к. общие показатели углепереработки зависят от выхода и качества полученного из шламов товарного продукта.

Выход и зольность шламового продукта, объединяемого с гравитационным концентратом в общий товарный продукт кондиционной зольности, определяются известным балансовым уравнением. Наиболее благоприятным является случай, когда весь шлам после обезвоживания можно направлять в товарный продукт. Однако при высоких требованиях к качеству концентрата этот случай встречается редко, поэтому необходимо разделение шламов на концентрат и отходы либо путем классификации их по крупности либо селективной сепарацией шламов.

Значения выхода и зольности товарного шламового концентрата зависят от свойств шламов и используемого способа разделения. Сравнение типовых характеристик двух способов разделения шламов показывают (рис. 5), что при постоянной зольности общего товарного продукта 9,0% выход шламового концентрата после селективного разделения шламов значительно выше, чем после классификации их по крупности, а ущерб от потерь угля меньше. Однако приведенные затраты производства при селективной сепарации шламов больше, поэтому при выборе способа разделения учитывают экономические показатели.

Системы очистки шламовых вод с классификацией шламов по крупности обычно используют при обогащении энергетических углей, когда

требования к качеству товарного продукта невысокие и можно присаживать к гравитационному концентрату высокозольный шлам. К недостаткам таких схем очистки можно отнести следующие:

- товарным продуктом очистки шламовой воды являются необогащенные высокозольные угольные шламы, усиливающие экологическую нагрузку на природную среду при их сжигании;
- низкая эффективность операций улавливания и обезвоживания тонких угольных шламов приводит к необходимости сбрасывать часть их в наружные отстойники, увеличивая потери угля и загрязняя природную среду;
- повышенная зольность и влажность не позволяет использовать необогащенные шламы энергетических углей некоторых марок для технологических целей [3].

Указанные недостатки можно устранить включением в схемы очистки сепарационных процессов. При этом экономическая целесообразность обогащения шлама возникает только в том случае, когда увеличение затрат производства компенсируется ростом стоимости концентрата в результате изменения его потребительских свойств. Например, появляется возможность использования обогащенного шлама в качестве сырья для технологических целей, приготовления водоугольного топлива

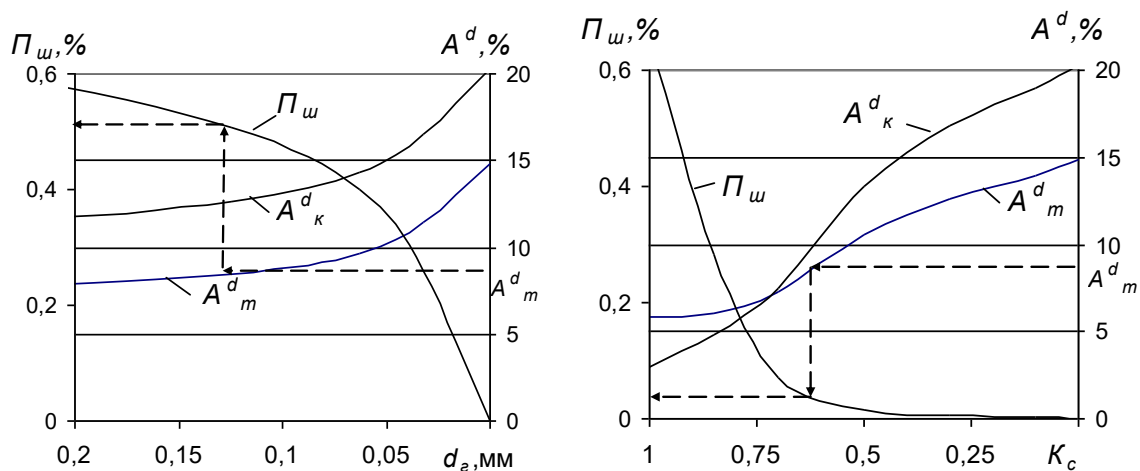


Рис. 5. Влияние диаметра граничного зерна разделения  $d_z$  при классификации шламов по крупности (А) и константы скорости  $K_c$  при сепарации шламов по смачиваемости (В) на зольность шламового концентрата  $A_k$ , зольность общего товарного продукта  $A_m$  и потери угля со шламами  $P_w$ .

При обогащении коксующихся углей высокие требования к качеству концентрата определяют целесообразность селективной сепарации угольных шламов, т.к. сложно получить кондиционный по зольности и влажности товарный продукт, объединяя гравитационный концентрат с необогащенным шламом. Поэтому шламы коксующихся углей обычно

обогащаются, обеспечивая стабильность технологического процесса при изменениях качества рядового угля.

В настоящее время наблюдается тенденция по использованию селективной сепарации шламов методом флотации при обогащении энергетических углей. На многих УОФ широко применяется флотация шламов энергетических углей высокой степени метаморфизма марок СС и Т, а на ОФ ш. им. С.М. Кирова построено флото-фильтровальное отделение, где успешно флотируются и обезвоживаются шламы углей низкой степени метаморфизма марки Г.

Следовательно, селективная сепарация шламов является не только способом разделения угольных и породных частиц, но и важнейшим процессом регенерации оборотной воды, обеспечивая при этом:

- устойчивое получение из шламов качественного концентрата и рациональное использование природных ресурсов углей;
- сокращение потерь углей с техногенными водами углеобогащения и снижение загрязнения окружающей среды шламовыми отходами;
- улучшение качества оборотной воды и стабилизацию всего технологического процесса [4].

### Список литературы

1. Благов И. С. Оборотное водоснабжение углеобогащительных фабрик / И. С. Благов, М. А. Борц, Б. И. Вахромеев [и др.]. – М.: Недра, 1980. – 215 с.
2. Клейн, М. С. Рациональное природопользование и экологизация производства при обогащении углей / М. С. Клейн // Вест. Кузбасс. гос. техн. ун-та. – Кемерово, 2005. – № 5. – С. 72–75.
3. Клейн, М. С. Проблемы экологии и ресурсосбережения при очистке шламовых вод углепереработки / М. С. Клейн, Т. Е. Алешкина // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2005. – № 2. – С. 114–117.
4. Вахонина Т.Е. Повышение экологической безопасности углеобогащения / Т.Е. Вахонина, М.С. Клейн, Л.С. Васильев // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах. Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. Кемерово, 2021. С. 302-1-302-4.

### References

1. Blagov I. S. Circulating water supply of coal-processing plants / I. S. Blagov, M. A. Bortz, B. I. Vakhromeev [et al.]. – M.: Nedra, 1980. - 215 p.
2. Klein M. S. Rational introduction and greening of production in case of improper handling / M. S. Klein // Vest. Kuzbass. state tech. un-ty. - Kemerovo, 2005. – No. 5. – P. 72-75.

3. Klein, M. S. Problems of ecology and resource conservation in the treatment of sludge waters of coal processing / M. S. Klein, T. E. Aleshkina // Vest. Kuzbass. state tech. un-ty. – Kemerovo, 2005. – No. 2. – P. 114-117.

4. Vakhonina T.E. Improving the environmental safety of coal enrichment / T.E. Vakhonina, M.S. Klein, L.S. Vasiliev // Life safety of enterprises in industrially developed regions. Collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference. Kemerovo, 2021. P. 302-1-302-4.