

**С.Л. БУКИН**, канд. техн. наук,

**А.Н. КОРЧЕВСКИЙ**

(Украина, Донецк, Донецкий национальный технический университет),

**Р.А. ШОЛДА**

(Украина, Луганск, ООО НПК "Укрвибромаш")

### **КОМПЛЕКС ОБОГАЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ НА ОСНОВЕ КОНЦЕНТРАЦИОННОГО СТОЛА**

*Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.* Одной из наиболее острых проблем углеобогащения является проблема глубокого селективного разделения ультратонких углей, которая не решена в полной мере до настоящего времени [1]. Практически во всех странах мира флотационное и, тем более, гравитационное обогащение не обеспечивает полного извлечения углесодержащей фракции из тонких и мелких классов. По этой причине в отвалах, илонакопителях и прудах-отстойниках скопились большие объемы высокозольных угольных шламов и отходов флотации, содержащих в себе дефицитную органическую часть угля. В последнее десятилетие эти техногенные угольные месторождения Украины активно разрабатываются [2]. Чаще всего технологическая схема включает в себя земснаряд, транспортирующий пульпу на виброгрохоты мокрого тонкого грохочения, на которых происходит разделение исходного материала на два продукта: илистую часть (класс менее 0,1-0,12 мм) и органическую часть (класс крупнее 0,1-0,12 мм). После обезвоживания на осадительных центрифугах или естественного дренирования на открытых складах углесодержащая фракция готова к отправке потребителю. Отдельные мини-фабрики предусматривают обезвоживание илистой фракции, однако большинство сбрасывают этот продукт опять в илонакопители, тем самым увеличивая и без того значительное содержание илов. К сожалению, разделение такого труднообогатимого сырья современными техническими средствами в большинстве случаев малоэффективно. Таким образом, задача вторичной переработки углесодержащей массы илонакопителей и шламоотстойников является актуальной, т.к. открывает перспективы получения дополнительного сырья для коксования и энергетического использования, а также уменьшения загрязнения окружающей среды.

*Анализ исследований и публикаций.* В последние годы предприняты попытки обогащения угольных шламов разными методами [3, 4]: на винтовых сепараторах, концентрационных столах, центробежных сепараторах, отсадочных машинах, гидросепараторах, пенной флотацией, масляной агломерацией и др.

Анализ конструкций и опыта их работы позволил установить, что одними из наиболее эффективных машин для обогащения угольных шламов являются концентрационные столы [5]. Они отлично зарекомендовали себя (с точки зрения технологии) при обогащении мелких классов углей и антрацитов. Несмотря на широкое их применение для этих целей за рубежом и значительный интерес к ним в Украине в 60-70-е годы прошлого века концентрационные столы в на-

стоящее время в странах бывшего СССР практически не используются. Прежде всего, это объясняется недостаточностью исследований процесса обогащения в тонком слое воды, отсутствием современных серийно выпускаемых столов и опытом их эксплуатации.

*Постановка задачи.* Разработка технологической схемы комплекса обогащения углесодержащих шламов илонакопителей с применением современного высокоэффективного оборудования, включая концентрационные столы.

*Изложение материала и результаты.* Донецкий национальный технический университет совместно с рядом предприятий (МКП "Экипаж", ООО НПК "Укрвибромаш" и др.) в течение последних лет принимал активное участие в разработке и исследовании ряда машин, которые можно отнести к машинам нового поколения. Так, для эффективного обогащения угольных шламов илонакопителей уже успешно применяются технологические схемы, включающие концентрационные столы и вибрационные грохоты нового типа с бигармоническими вибраторами (рис. 1). Эти машины показали высокие технологические показатели при обогащении угольных шламов, драгметаллов и, вне всякого сомнения, они перспективны в процессах переработки других полезных ископаемых [6].

Стол концентрационный опорный бигармонический СКОБ-5×2 (рис. 2) предназначен для гравитационного обогащения в тонком слое воды, текущей по наклонной плоскости. Применяется для обогащения углей, руд черных, цветных и драгоценных металлов с высокой эффективностью разделения зерен крупностью от 0,1 до 13 мм. Техническая характеристика стола приведена в табл. 1.

Основными параметрами, влияющими на процесс разделения материала, являются производительность концентрационного стола, длина хода и число ходов деки, углы их поперечного и продольного наклона, количество смывной воды, система нарифлений. Благодаря уникальной возможности управления перечисленными факторами достигается возможность достижения максимально высокой технологической эффективности разделения разнообразного сырья, включая угольные шламы илонакопителей [7]. Такой совокупности управляющих факторов не имеет ни одна из машин, применяемых для обогащения шламов. Концентрационный стол является и эффективным аппаратом для десульфурации углей – степень снижения пиритной серы достигает 2...3 раз.

Конструкция концентрационного стола СКО-5×2, обеспечивает следующие основные преимущества:

- уникальная возможность управления технологическими параметрами процесса разделения позволяет достичь максимального качества при высокой производительности;
- низкий уровень энергопотребления, излучаемого шума;
- удобство регулирования основных параметров: амплитуд и частот колебаний бигармонического режима, поперечного и продольного углов наклона деки, расхода и распределения по длине деки смывной воды.



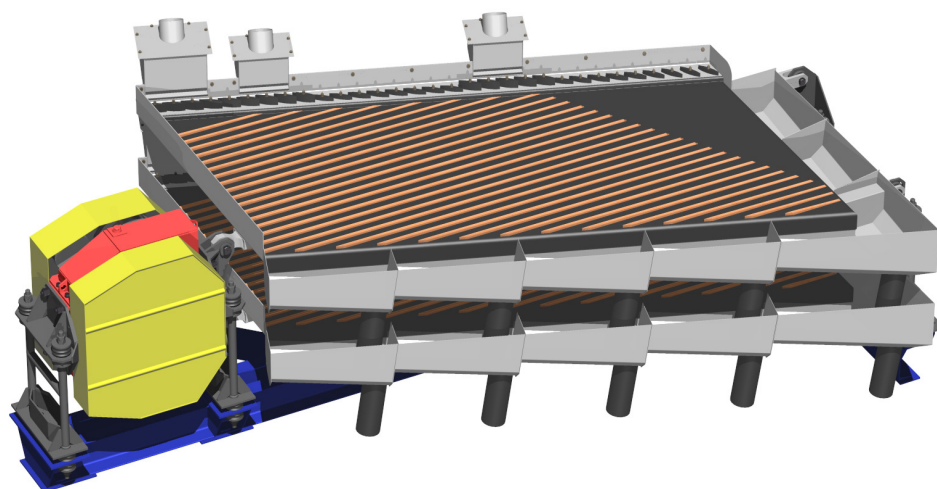


Рис. 2. Стол концентрационный СКОБ-5x2

*Таблица 1*

Параметры	Характеристика
Количество дек, шт.	2
Общая площадь дек, м <sup>2</sup>	5
Длина хода деки, мм	4...16
Число ходов деки, ход/мин	280...400
Угол поперечного наклона деки, град	0...8
Угол продольного наклона деки, град	0...5
Габаритные размеры, мм: длина×ширина×высота	3550×2440×2440
Мощность электродвигателя привода, кВт	3
Масса, кг	1110

Грохот вибрационный высокочастотный бигармонический ГВВБ-32 предназначен для тонкого мокрого и сухого грохочения и обезвоживания полезных ископаемых с насыпной плотностью до 1,4 т/м<sup>3</sup> и крупностью до 13 мм [8].

Большинство высокочастотных грохотов, выпускаемых в разных странах, сконструированы по одномассовой схеме с применением вибровозбудителей направленного действия. Практически все конструкции имеют возможность регулирования только амплитуды гармонических колебаний. В грохоте ГВВБ два регулируемых инерционных привода возбуждают бигармонические колебания, которые создают сложное поле траекторий колебаний короба грохота. Этим обеспечиваются оптимальные условия как фазы грохочения, так и фазы транспортирования материала по ситам грохота. Кроме того, знакопеременные вибрационные усилия различного направления, воздействующие на обрабатываемую среду, значительно улучшают условия прохождения воды и подрешетного материала сквозь ячейки сита, предотвращают их заклинивание "трудными" зернами, тем самым существенно повышая эффективность процессов грохочения и обезвоживания. Техническая характеристика грохота ГВВБ-32 приведена в табл. 2.

В грохоте могут быть использованы все виды просеивающих поверхностей (сит), струйные брызгала и разнообразные кожухи.

## Гравітаційна сепарація

Конструкция нового высокоэффективного виброгрохота обеспечивает следующие основные преимущества:

- уникальная возможность управления технологическими параметрами процесса разделения позволяет достичь максимального качества при высокой производительности;
- низкий уровень энергопотребления и излучаемого шума при малой удельной материалоемкости;
- простота и удобство регулирования основных параметров: амплитуд и частот колебаний бигармонического режима, углов наклона корпуса и направления воздействия возбуждающей силы второй гармоники.

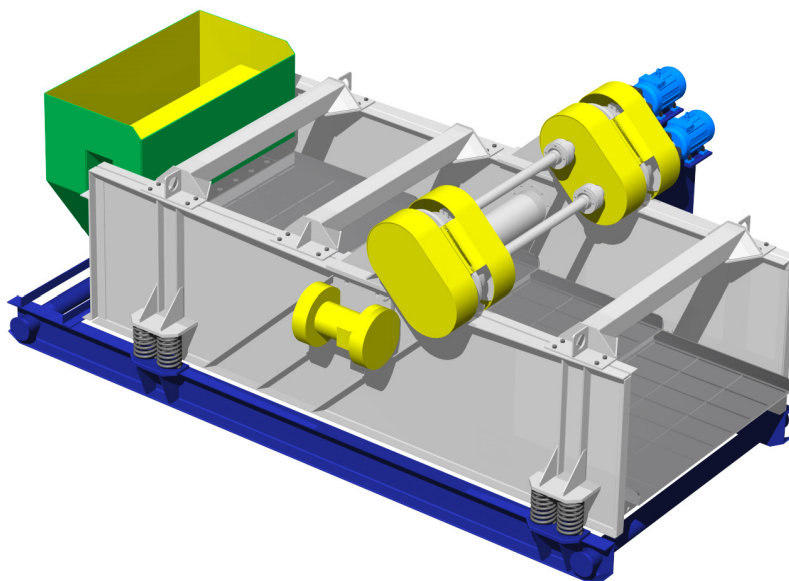


Рис. 3. Грохот вибрационный ГВВБ-32

Таблица 2

Параметры	Характеристика
Количество ярусов сит, шт.	2
Площадь одного сита, м <sup>2</sup>	2,0...3,5/0,3...0,5
Амплитуда гармоник, мм, первой/второй	1500/3000
Частота гармоник, кол/мин, первой/второй	-7...+5
Угол продольного наклона, град	3580×2250×1470
Габаритные размеры, мм: длина×ширина×высота	2×1,1/2×0,5
Мощность электродвигателей приводов, кВт, первой гармоники/второй	1700
Масса, кг	

Смеситель центробежный СЦ-2 предназначен для смачивания сухого или влажного шлама водой, стабилизации гранулометрического и фракционного составов, а также обеспечения заданной плотности пульпы. Смеситель включает в себя корпус, рабочее колесо (импеллер), привод вращения импеллера, насосы (рабочий и резервный) для перекачки подготовленной пульпы, регулируемую и запорную арматуру. Рабочее колесо, изготовленное из износостой-

## Гравітаційна сепарація

кого матеріала, має конструкцію, забезпечуючу зниження гідравлических втрат при максимально ефективному перемішуванні на одиницю споживаної енергії. Корпус змішувача за бажанням замовника може бути футерований всередині зносостійким матеріалом. Замовник також може зробити свій вибір на одному з виробників насосів, відмінно зарекомендувавши себе при перекачці абразивних вугільних пульп. Технічна характеристика змішувача СЦ-2 наведена в табл. 3.

Таблиця 3

Параметри	Характеристики
Діаметр корпусу, м	2
Ємкість, м <sup>3</sup>	5,5
Габаритні розміри, мм: довжинаширинависота	3400×2120×2450
Мощність електродвигача, кВт	37
Маса, кг	1150

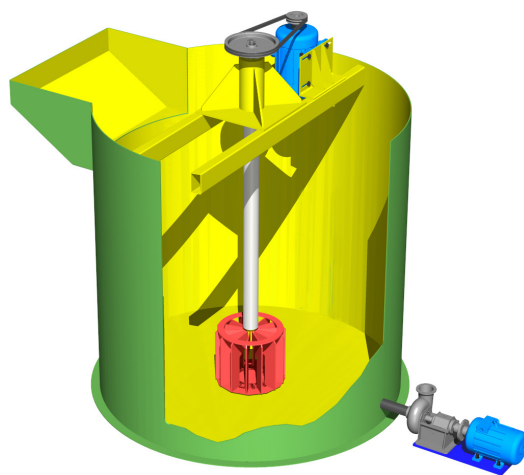


Рис. 4. Змішувач центробіжний СЦ-2

Делитель Д-4 призначений для розподілу і рівномірної подачі вихідної пульпи на деки концентраційних столів.

Состоїть з прийомної камери і чотирьох сливних камер. По бажанню замовника корпус делителя може бути футерований всередині зносостійким матеріалом. Делитель комплектується запірною арматурою, тип і модель якої, а також фірму-виробника, вибирає замовник. Технічна характеристика делителя представлена в табл. 4.

Таблиця 4

Параметри	Характеристики
Кількість сливних патрубків, шт.	4
Ємкість однієї сливної камери, м <sup>3</sup>	0,52
Габаритні розміри, мм: довжинаширинависота	1650×1580×1520
Маса, кг	350

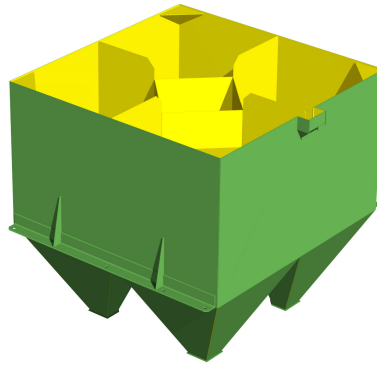


Рис. 5. Делитель Д-4

*Выводы и направления дальнейших исследований.* Применение вибрационных машин с бигармоническими колебаниями позволяют существенно интенсифицировать технологические процессы разделения (сепарации) разнообразных материалов, особенно тонко- и мелкозернистых. Одной из актуальных задач развития этих машин является дальнейшее снижение удельной себестоимости переработки шламов, что требует всестороннего изучения их работы в разнообразных производственных условиях. Тем самым можно оптимизировать параметры машин, совершенствовать элементы их конструкций (например, сита грохотов, систему нарифлений концентрационных столов и пр.), обеспечить энергосберегающие технологии.

### Список литературы

1. Обогащение ультратонких углей / **Е.Т. Елишевич, Н.Д. Оглоблин, В.С. Белецкий и др.** – Донецк: Донбасс, 1986. – 64 с.
2. Угольные илонакопители как дополнительный источник энергетического топлива / **Е.Е. Гарковенко, Е.И. Назимко, Ю.Л. Папушин и др.** // Энергосбережение. – 2009. – №5. – С. 24-25.
3. **Акопов М.Г., Благов И.С., Бунин Г.М.** Гравитационные и специальные методы обогащения мелких классов углей. – М.: Недра, 1975. – 248 с.
4. **Берт Р.О.** Технология гравитационного обогащения. – М.: Недра, 1990. – 574 с.
5. **Благов И.С.** Обогащение углей на концентрационных столах. – М.: Недра, 1967. – 136 с.
6. Интенсификация технологических процессов вибромашин путем реализации бигармонических режимов работы / **С.Л. Букин, С.Г. Маслов, А.П. Лютый и др.** // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2009. – Вип. 36(77)-37(78). – С. 81-89.
7. Испытания концентрационного стола СКО-5×2 в полевых условиях / **Е.И. Назимко, С.Л. Букин, А.Н. Корчевский и др.** // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. 40(81). – С. 91-96.
8. **Букин С.Л., Корчевский А.Н., Маслов С.Г.** Разработка высокоэффективного виброгрохота с бигармоническим режимом работы для тонкой классификации угольных шламов // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. 41(82)-42(83). – С. 121-126.

© Букин С.Л., Корчевский А.Н., Шолда Р.А., 2010

*Надійшла до редколегії 12.09.2010 р.*

*Рекомендовано до публікації д.т.н. О.І. Назимко*

**Збагачення корисних копалин, 2010. – Вип. 43(84)**