

таким образом, чтобы максимально облегчить ее очистку от золы и шлака. Уникальность и простота конструкции модуля ТОМ-1 позволяют выпускать их различной теплопроизводительностью, изменяя диаметр модуля при равной высоте.

Монтаж отопительных модулей производится по секциям в соответствии со стандартами, принятыми для монтажа отопительного оборудования. Отработанная технология, современные инструменты, квалификация и опыт монтажных организаций позволяют произвести эту операцию быстро, качественно и безопасно.

#### References

1. *Voronov E.N.* Statement for issue of the RK innovative patent for the invention 2011/1214.1.
2. *Kurmangaliyev M.R., Ficak V.I.* Burning of steam coals of Kazakhstan and protection of the atmosphere. — Alma-Ata: Science of Kazakh SSR, 1989. — 223 p.

УДК 621.7

### Электрогидроимпульсная обработка шубаркольского угля

#### Electric-hydraulic processing technology for coals

Кусаиынов К., Дуйсенбаева М.С., Алпысова Г.К., Оспанова Д.А.

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова (E-mail: m\_o\_l\_d\_i\_r\_89@mail.ru)*

Қазақстанның жылу энергетикасының дамуы мен болашақта еліміздің қазба байлықтарға деген тапшылығын болдырмау үшін, энергетикалық отын көзі ретінде көмірді тиімді пайдалану жолдарын қарастыру керек. Еліміздің көп өңірлері қайта өңдеуді қажет ететін төмен сапалы көмірге және көмірді өндіру кезінде шығатын қалдықтарға бай. Бұл мәселенің шешімі көмірді энергетикалық отын ретінде пайдалана отырып, оның тұтынушылық үлесін арттыратын іс-әрекеттер болып табылады. Осы сұрақтардың шешімінің бірі ретінде гетерогендік ортаға электрогидравликалық эффектінң әсерін жатқызуға болады. Нақты мысал болып электрогидравликалық эффект көмегімен сұйық отынды алу және оның құрылымына әсерін зерттеу табылады.

Power engineering development, as well as energy safety of Kazakhstan depend substantially on wide and efficient use of coal as power-plant fuel. The majority of country's regions have enormous supplies of immature coals as well as coal-concentrating waste that need obtainable ways of their utilization. For that nontrivial and integrated approaches are necessary as they let improve consuming properties of coal as power-plant fuel. One such area is the study of the influence of electrohydraulic effect on heterogeneous environment. As concrete example water coal suspension, to be exact methods of to obtain and change its characteristics by using electrohydraulic effect.

На сегодняшний день стремительное развитие теплоэнергетики характеризуется использованием дорогостоящего жидкого топлива, которое является ценным сырьем для нефтеперерабатывающей промышленности, и расширением применения твердого топлива. По мере увеличения добычи нефти химические вещества угольного происхождения начали вытесняться продуктами нефтехимического синтеза, производимыми более простыми и менее энергоемкими методами. Однако оценка разведанных мировых запасов различных видов ископаемого органического сырья приводит к выводу о том, что месторождения нефти и газа будут в значительной степени исчерпаны уже в первые десятилетия XXI в. Запасов же угля должно хватить на ближайшие несколько сот лет. Вывод о необходимости постоянного увеличения масштабов использования угля в энергетике и промышленности подтверждается данными по сопоставлению запасов нефти, газа, угля и сложившейся в настоящее время структурой их мирового потребления [1].

Увеличение потребления ископаемых углей будет сопровождаться ростом экологической нагрузки на окружающую среду, поскольку при сжигании и переработке угля образуется больше вред-

ных побочных продуктов по сравнению с нефтью и газом. Снижение ущерба окружающей среде от угольной энергетики может быть достигнуто путем перехода к использованию экологически более безопасных видов топлива угольного происхождения. К ним относится облагороженный, или «чистый», уголь, синтетические газообразные и жидкие топлива, полученные путем переработки угля. Выбросы вредных веществ при использовании этих синтетических топлив значительно ниже, чем в случае применения рядового угля. Особую актуальность решение данного вопроса приобретает для Казахстана, обладающего богатыми месторождениями низкосортного угля [2].

Карагандинская область занимает важнейшее место в минерально-сырьевом комплексе республики и является уникальным железомарганцевым, барит-полиметаллическим, меднорудным, редкометалльным и угленосным месторождением в Казахстане. Одним из богатых в Караганде является Шубаркольское месторождение.

Шубаркольский уголь был отнесен к марке Д (длиннопламенный), с низким содержанием золы. Он имеет низкое содержание серы и высокую теплотворную способность, а значит, при сгорании дает много тепла. Научными исследованиями установлено, что уголь Шубаркольского месторождения является уникальным сырьем для получения синтетического жидкого топлива и ряда тяжелых углеводородов, гуматов — органических удобрений, углещелочного реагента для нефтяной промышленности, связующих широкого назначения, коагулянтов для очистки промышленных и сточных вод [3].

Для экспериментального исследования электрогидроимпульсной обработки шубаркольского угля эффективно использовать угли малых фракций. При сжигании уголь выделяет максимальное количество энергии, но вместе с этим загрязняет окружающую среду вредными веществами. Следовательно, возникает важный вопрос: какие меры необходимо принять, чтобы избежать загрязнения окружающей среды от выбросов шлаков угля. Сегодня наиболее перспективным решением проблемы является применение в качестве топлива водоугольной смеси. Больше всего изученной и перспективной в энергетике является ВУТ, состоящий на 60 % из мелкой угольной фракции, на 1 % — из специальной химической присадки-пластификатора, остальное — обычная вода, это могут быть даже технические стоки [4].

За последние десятилетия во многих странах мира проведена большая работа по получению ВУТ и использованию его в энергетике как эффективного дешевого топлива. В России и за рубежом разработан ряд технологий по приготовлению ВУТ, его транспортировке и хранению на длительный период, сжиганию обработанного угля. Кроме того, проведены исследования по сжиганию (газификации) ВУТ на действующих энергоустановках различного типа [5].

Для получения ВУТ шубаркольский уголь измельчался с помощью электрогидроимпульсной установки до мелких фракций. Электрогидравлическое дробление является новым способом измельчения различных материалов, который позволяет получать заданную степень крупности при определенном гранулометрическом составе продукта и обладает высокой избирательностью дробления.

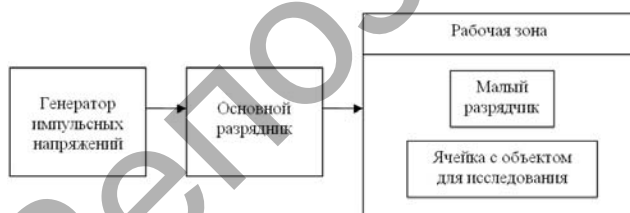


Рис. 1. Блок-схема электрогидроимпульсной установки

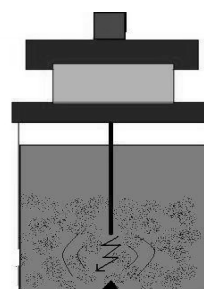


Рис. 2. Рабочая ячейка, предназначенная для дробления

Электрогидроимпульсная установка (см. рис. 1) выполнена в виде конструктивных агрегатов, состоящих из генератора импульсных напряжений, основного разрядника, рабочей зоны, которая включает в себя малый разрядник и ячейку, наполненную углем для дробления.

В основе электрогидравлического эффекта лежит явление резкого увеличения гидравлического и гидродинамического эффектов и амплитуды ударного действия при осуществлении импульсного электрического разряда в ионопроводящей жидкости при условии максимального укорочения длительности импульса, максимально крутом фронте импульса и форме импульса, близкой к аперии-

ческой. Данный эффект является, по существу, электровзрывным преобразованием энергии. Основным накопителем энергии являются емкостные конденсаторные батареи [6].

В лаборатории физики импульсных явлений в гетерогенных средах кафедры инженерной теплофизики им. профессора Ж.С.Акылбаева Карагандинского государственного университета им. Е.А.Букетова была подготовлена рабочая ячейка электрогидравлической установки для обработки угля (рис. 2).

Для того чтобы рабочая ячейка была устойчива к воздействию электрогидравлического эффекта, она была изготовлена из цилиндра; внешний диаметр ячейки  $d = 75$  мм, высота  $h = 140$  мм, а верхняя часть была сделана из не пропускающего ток фторопласта [7].

Электрогидравлическое устройство для дробления в отличие от механических дробилок не имеет движущихся частей, изготавливается из обычной конструкционной стали, а корпус практически не изнашивается при работе. При работе эти устройства не образуют пыли, занимают сравнительно небольшие производственные площади и допускают совмещение в них процессов дробления, смешения и флотации материалов. Рабочей средой в электрогидравлических дробилках может служить любая жидкость (в основном техническая вода).

Для проведения экспериментальных исследований был взят уголь диаметром фракции 1–10 мм разреза АО «Шубарколь Комир». Полученный уголь был обработан электрогидравлическим методом. После измельчения угля с помощью ЭГЭ был проведен ситовый анализ.

В проведенных экспериментах определялись оптимальные параметры дробления угля при различных электрических параметрах электрогидроимпульсной установки.

Для определения зависимости степени измельчения угля от емкости накопительных конденсаторов нами были проведены эксперименты. В ходе эксперимента меняли емкость накопительных конденсаторов  $C = 0.25, 0.5, 0.75$  мкФ, при этом межэлектродное расстояние  $l_p = 10$  мм, начальная крупность фракции  $d_{\phi} = 7$  мм.

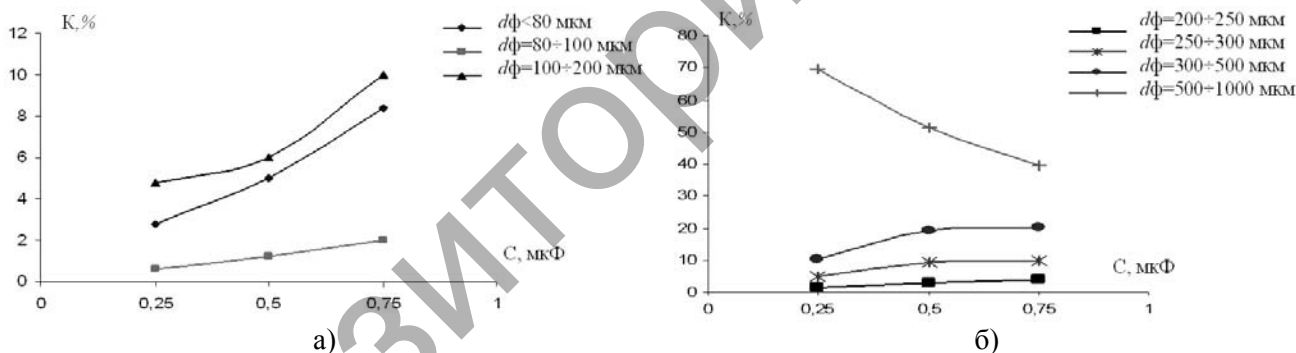


Рис. 3. График зависимости степени измельчения угля от емкости накопительных конденсаторов

График показывает (см. рис. 3), что при емкости накопительной батареи  $C = 0.25$  мкФ доля мелкодисперсных фракций  $d < 80$  мкм составляет 2,8 %, количество частиц диаметром  $d_{\phi} = 80 \div 100$  мкм — 0,6 %. При  $C = 0.5$  мкФ доля мелкодисперсных фракций  $d < 80$  мкм составляет 5 %, количество частиц диаметром  $d_{\phi} = 80 \div 100$  мкм — 1,2 %. А при  $C = 0.75$  мкФ доля мелкодисперсных фракций  $d < 80$  мкм составляет 8,4 %, количество частиц диаметром  $d_{\phi} = 80 \div 100$  мкм — 2 %.

В результате экспериментов было установлено, что чем больше емкость накопительных конденсаторов, тем интенсивнее дробится уголь, тем большее количество мы получаем фракций угля нужного нам размера.

На рисунке 4 показана зависимость степени измельчения угля от разряда энергии. Начальная фракция угля до обработки  $d = 7 - 9$  мм. График построен при времени пробы  $t = 6$  мин, межэлектродном расстоянии  $l_p = 10$  мм и при емкости конденсаторов  $C = 0.25, 0.5, 0.75$  мкФ.

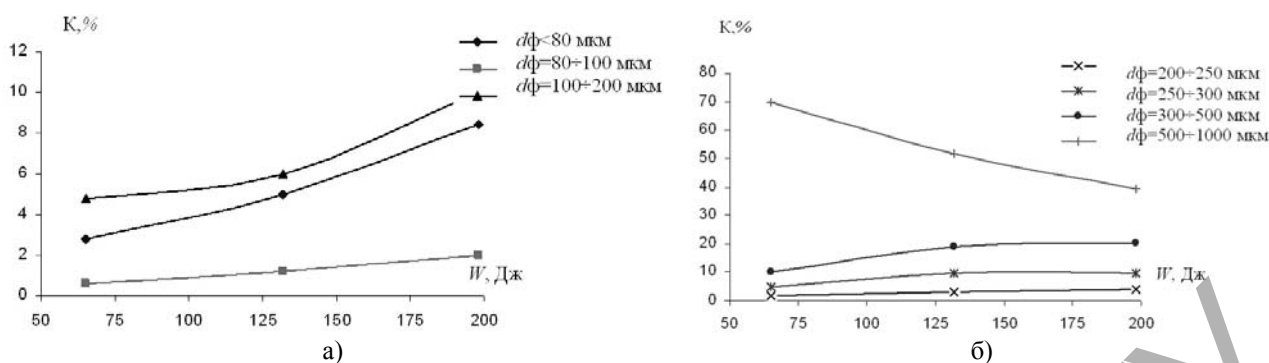


Рис. 4. График зависимости степени измельчения угля от разряда энергии

Из графика (рис. 4 а) можно заметить, что степень измельчения медленно увеличивается при разряде энергии 75–125 Дж, а когда энергия достигает 150 Дж, мы можем увидеть быстрый рост линии. Это указывает, что при увеличении разряда энергии также увеличивается степень измельчения частиц. На графике (рис. 4 б) степени измельчения тоже увеличиваются в зависимости от фракции угля. Это еще раз доказывает, что при увеличении разряда энергии степень измельчения угля увеличивается.

В процессе изучения влияния ЭГЭ на свойства угля был разработан и собран высоковольтный испытательный стенд, проведены испытания и разработана методика проведения экспериментов по изучению влияния ЭГЭ на гетерогенные жидкости.

Анализируя результаты исследований, можно сказать, что самым оптимальным значением емкости конденсаторной батареи является 0,75 мкФ, диаметр фракций, подвергающийся наиболее интенсивному разрушению, равен  $d_{\text{фр}} = 7\div 9$  мм.

С ростом напряжения на коммутирующем устройстве наблюдается возрастание интенсивности дробления руды, что позволяет выбирать оптимальные значения емкости конденсаторной батареи и межэлектродные расстояния, необходимые для воспроизведения опытов.

## References

1. *Wilson K.L.* Bridge in the future. — М.: Nedra, 1985.
2. *Kuznetsov B.N.* Catalysis of chemical transformation of coal and biomass. — Novosibirsk: Nauka, 1990.
3. [http://www.enrc.com/files/16Feb09\\_AcquisitionShubarkolKomirRUS.pdf](http://www.enrc.com/files/16Feb09_AcquisitionShubarkolKomirRUS.pdf)
4. *Makarova G.N., Harlampovich G.D.* Chemical technology of solid fuels. — М.: Chemistry, 1986.
5. *Baikultaeva K.* Secondary raw materials-efficient reserve physical resources. — Almaty, 1982.
6. *Yutkin L.A.* Electrohydraulic effect and its application in industry. — Leningrad: Mechanical Engineering, 1986. — 253 p.
7. *Alpisova G.K.* Electro-hydro-pulse method for producing coal-water suspensions and investigation of their properties // Physico-Chemistry and technology of inorganic materials: VII Russian Annual Conference of young researchers and graduate students: Congress materials. — М.: Inter contact Nauka, 2010. — P. 288–289.