

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2018, №4, Том 10 / 2018, No 4, Vol 10 <https://esj.today/issue-4-2018.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/58SAVN418.pdf>

Статья поступила в редакцию 03.09.2018; опубликована 22.10.2018

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Богатырёва Л.Ю., Андрийчук Н.Д., Коваленко А.А. Утилизация отходов промышленных предприятий в водоугольное топливо // Вестник Евразийской науки, 2018 №4, <https://esj.today/PDF/58SAVN418.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Bogatyriova L.Yu., Andriyчук N.D., Kovalenko A.A. (2018). Disposal of industrial waste into coal-water fuel. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(10). Available at: <https://esj.today/PDF/58SAVN418.pdf> (in Russian)

УДК 72

**Богатырёва Любовь Юрьевна**

ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», Луганск, Украина  
Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства  
Аспирант 3-го года обучения  
E-mail: bogatyreva.lyuba@mail.ru

**Андрийчук Николай Данилович**

ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», Луганск, Украина  
Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства  
Профессор  
Доктор технических наук  
E-mail: isaikh@yandex.ru

**Коваленко Алим Алексеевич**

ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», Луганск, Украина  
Профессор  
Доктор технических наук  
E-mail: azazello102@gmail.com

## Утилизация отходов промышленных предприятий в водоугольное топливо

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность поиска альтернативного топлива, обеспечивающего независимость от энергоносителей. Топливо, отвечающее всем теплотехническим требованиям, и существовал простой способ его производства. Основная часть добываемых углей Донбасса, а также почти треть его геологических запасов, составляют антрациты, которые по своим характеристикам являются одними из лучших в мире. Газовый уголь составил 28 % от общих запасов. Четверть это спекающиеся угли. Тощих углей на Донбассе, чуть менее 16 %, а длиннопламенных около 2 %. Весь добытый уголь, возможно, использовать при производстве водоугольного топлива. Водоугольное топливо в 4 раза дешевле мазута. Рассмотрена возможность производства водоугольного топлива на основе сточных вод с промышленных предприятий города Луганска. Любое предприятие в Луганске и Луганской области в процессе производства использует воду, в последующем сбрасывает стоки загрязненные отходами производства. Загрязнения зависят от деятельности того или иного завода или небольшого предприятия. Стоит отметить, что при достаточной изученности водоугольной суспензии существует необходимость поиска технологических линий производства водоугольного топлива, отвечающего всем реологическим характеристикам, также мало изучено сжигание водоугольного топлива на основе промышленных сточных вод

на котельной установке. Представлены характеристики стоков промышленных предприятий и проанализированы более подходящие стоки для производства топлива. В рамках диссертационного исследования произведены опытные образцы составов водоугольного топлива на основе технической воды и промышленных сточных вод. Рассмотрены сравнительные характеристики и проанализирована возможность использования водоугольного топлива на основе промышленных сточных вод.

**Ключевые слова:** водоугольное топливо; стоки промышленных предприятий; производство водоугольного топлива; экологичность; безопасность

В настоящее время необходимость поиска новых способов обеспечения топливом Луганскую Народную Республику обусловлена необходимой независимостью от энергоносителей, которых в республике не так уж и много. Водоугольное топливо даёт возможность производить свое топливо из имеющихся на Донбассе углей различной метаморфичности. Производство водоугольного топлива обеспечит ритмичное снабжение топливом заданного качества.

Простота добычи и транспортирования угля обеспечило установившуюся эффективную организованную систему, которая имеет свои подопреки использования данного топлива не традиционным способом, а в качестве замены дорогостоящих нефтепродуктов, вследствие чего обеспечивается существенную независимость промышленных регионов от поставщиков нефти [1-4].

Переработкой угля в различные суспензионные топливные композиции обеспечивает возможность использования угля различного качества [5]. Для производства суспензий, угольный агломерат измельчают. Данный компонент образует необходимый энергетический компонент. В качестве жидкости для производства стандартно используется вода. В отдельных случаях возможно использование спиртов, жидких углеводородов нефтепереработки и смеси других жидкостей. Так же возможно использовать в качестве жидкого компонента шахтные воды, которые уже являются суспензионной жидкостью, включающую мельчайшие частицы угля, бактерии и соли. Использование шахтных вод возможно только при грамотном подборе химических добавок [41].

Наличие жидкостей несколько усложняет процесс производства водоугольного топлива, ведь химический состав жидкой фазы не стабилен и требует постоянной корректировки состава суспензии, а также грамотного использования пластификаторов и стабилизаторов. Наличие добавок в водоугольном топливе обеспечивает седиментационную устойчивость, т. е. способность определенное количество времени не расслаиваться [28].

Во всем мире проводятся научные работы по производству водоугольного топлива [8]. Разрабатываются более новые системы подготовки топлива. Рассматривается возможность изобретения более экономичных установок измельчения угольного агломерата, ведь на измельчение тратится значительное количество энергии [9].

В связи со значительной изученностью производства водоугольного топлива, считается, что данный процесс довольно несложный. Хорошо изучены все процессы при получении суспензионного водоугольного топлива. Но производство водоугольного топлива на основе промышленных сточных вод требует более детального изучения. Ведь химический состав стоков не стабилен, а, следовательно, и производство водоугольного топлива требует постоянной корректировки состава суспензии.

Стандартная технологическая схема производства водоугольного топлива предусматривает использования угля и технической воды, так же не исключены примеси в виде

отходов нефтепроизводства, угольных шламов и т. д. [17]. Наша работа основана на рассмотрении возможности производства водоугольного топлива на основе промышленных сточных вод. В целях исследования возможности использования промышленных сточных вод города Луганска, проанализированы характеристики основных стоков, эффективная вязкость и основные характеристики водоугольного топлива на основе промышленных сточных вод.

### Экологическая опасность промышленных стоков

Промышленные города, как Луганск и множество маленьких городов в Луганской области, ежедневно на промышленное производство тратит пресную воду. Вода после пройденного цикла на промышленном предприятии, должна проходить дополнительную очистку прежде чем она попадет в общий сток на общую биологическую очистку, а затем избыточный активный ил отправляют на иловые площадки, где отстаивается и естественным путем уплотняется, лишняя жидкость испаряется и данный ил возможно использовать в дальнейшем либо для производства топлива, асфальтобетонной смеси или для производства удобрений. Данные удобрения с содержащимися в них тяжелыми металлами, оставшимися после промышленных предприятий, получают сельхозугодия и затем непосредственно вместе с выращенными на данных сельхозугодиях продуктами попадают на наш стол.

Существует и другой путь промышленных стоков. Предприятие сточные воды подвергают золоулавливающей, биологической и др. очисткам, затем, так как стоки уже очищенные и ГОСТы не запрещают их сбрасывать в водоёмы. Предприятие свои обязанности выполнило и строго действует во имя защиты окружающей среды, но на 1 км очищенной сточной воды тратится 10 км речной воды. При условии сброса не очищенных стоков на 1 км тратится до 50 км речной воды.

Стоит отметить, что качество данной речной воды с каждым днем только ухудшается и при условии сброса промышленных сточных вод пресная вода становится не пригодной для дальнейшего потребления.

В бассейн реки Северский донец сбрасывается 79 % от общего сброса сточных вод. Луганск это шахтерский край вне зависимости от политической ситуации. Шахтные воды формируют некоторые реки, впадающие в Северский Донец, и имеют выраженное микробное загрязнение. Помимо механических и органических примесей, также присутствует высокое солесодержание, что действительно влечет за собой загрязнение речных вод.

### Характеристика стоков промышленных предприятий

При рассмотрении промышленных предприятий Луганска и области для производства водоугольного топлива на основе промышленных сточных вод принято решение использовать воды мясоперерабатывающих предприятий. Общая характеристика стоков промышленных предприятий представлена в таблице 1.

Таблица 1

Общая характеристика сточных вод

№	Стоки	Взвешенные вещества, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	pH	Прим.
1	Маслоэкстракционный завод	250	560	750	7	
2	Маргариновый завод	1800	320	3500	6	
3	Мыловаренный завод	1700	1600	2400	12	
4	Картонно-рубероидное производство	1200	800			
5	Флодоовощные консервные заводы	1617	414	592	7,2	

№	Стоки	Взвешенные вещества, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	pH	Прим.
6	Машиностроительная промышленность	350			8	
7	Мясоперерабатывающие предприятия	2000	800	20000	7,5	
8	Нефтебазы	11245	450		7,6	
9	Фабрики первичной обработки шерсти	24000	6300	44000	10	
10	Предприятия кальцинированной соды	20000			10	

*Составлено автором*

Стоит отметить, что стоки предприятий мясной переработки имеют большое количество загрязнений в виде органики животного происхождения, которая попадает в сток посредством технологической линии данного производства.

Основные загрязнения стоков это: жиры, кровь, каньга, навоз, различные животные ткани, остатки костной ткани. Помимо органических веществ животного происхождения присутствует поваренная соль, нитраты и моющие средства.

Как и в остальных стоках загрязненные стоки представляет собой труднорастворимую суспензию.

### Производство водоугольного топлива

Успешное внедрение в промышленность топлив на основе водоугольной суспензии предусматривает предварительную работу по поиску оптимальных условий получения водоугольных суспензий, отработке состава композиций и подбору соответствующих добавок, для того чтобы получаемые топлива имели необходимые для технологического использования физико-химические свойства.

Топливо производилось строго согласно технологической схеме, описанной ранее. В работе сравнивались несколько составов топлива. За базовый вариант взято топливо, приготовленное на чистой воде. Исходными данными являлись состав водоугольного топлива, теплотворная способность угля, расход технологической добавки и ее теплотворная способность.

**Таблица 2**

### Сравнительная характеристика

	Ед. изм.	Состав 1	Состав 2
Содержание твердой части	%	62	63
Количество стабилизирующих добавок	%	2	1
Вязкость, при 100 с <sup>-1</sup>	Па*с	0,5	0,56
Содержание серы	%	0,6	0,7
Средняя теплота сгорания	кДж/кг	21000	21042
Стабильность	сут.	180	198
Зола	%	1,5	2,6

*Составлено автором*

Для эксперимента использовалось одинаковое (для составов водоугольного топлива) количество используемого твердого компонента.

Согласно технологической линии, в шаровой мельнице происходит смешивание твердого компонента с водой и суперпластификатором С-3, в количестве 2 %. Данный состав водоугольного топлива по выходу имеет все требуемые характеристики качественного топлива с количеством твердого компонента, что само по себе обеспечивает так же текучесть данного топлива.

Второй вариант основан на использовании промышленного стока мясоперерабатывающего предприятия. Исследования показали, что при производстве данной суспензии расходуется меньшее количество суперпластификатора С-3, что обеспечивается наличием в промышленных стоках ПАВ, количество примесей сокращается в 2 раза.

Срединный диаметр (для второго варианта суспензии) равен 25 мкм. Увеличение количества твердого компонента обусловлена наличием органических примесей в используемом промышленном стоке.

Исследования, проводимые нами на действующем оборудовании с замкнутым циклом приготовления водоугольного топлива, транспортировки и сжигания в топочном устройстве, показали, что используемое водоугольное топливо на основе промышленных сточных вод отвечает всем качественным характеристикам. Полученная нами суспензия отвечает требуемым реологическим характеристикам.

### Вязкость суспензии

Не маловажным свойством качественной водоугольной суспензии, как и других жидкостей, является вязкость. Реальные жидкие среды относятся к сложным реологическим системам, которые могут проявлять свойства «обычных» жидкостей так и твердых упругих тел. Поведение различных сред может оказаться различным и в сильной степени зависимым от особенностей и условий деформирования и наблюдений. При своем течении реальные реологические среды проявляют обычные эффекты текучести жидкости, а иногда их удается определить только в специально поставленных экспериментах. Поэтому, иногда сложно провести грань между текучей реологической средой и твердым упругим телом.

Количественным критерием для оценки текучести жидких сред является понятие «вязкости», которая зависит от многих факторов (скорость сдвига, временного фактора) и в общем случае не является постоянной величиной.

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (1)$$

Вязкость суспензии  $\mu$  определяется в зависимости от эффективной вязкости  $\mu_r$  и вязкости сплошной среды  $\mu_0$ .

Эффективная вязкость водоугольного топлива на основе промышленных сточных вод определялась в зависимости от массовой доли угля в суспензии и равна 0,56 Па·с.

### Выводы

Промышленные стоки возможно успешно утилизировать в водоугольное топливо.

Водоугольное топливо на основе промышленных сточных вод отвечает всем техническим характеристикам.

Последующее сжигание топлива в котельных малых и средних мощностей, несет экологическую эффективность, а именно опасные промышленные стоки будут уничтожены методом сжигания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Sunggyu Lee, James G. Speight, Sudarshan K. Loyalka. Handbook of alternative fuel technologies // CRC Press, New York. 2007.
2. NEDO and IEA-eLM International Cooperation Committee, CWM in Japan. (1997).
3. Noboru Hashimoto. CWM: Its Past, Present and Future // International Journal of Coal Preparation and Utilization, 21:1,3 – 22. London, 1999.
4. Coal-Water Slurry Fuel Combustion. <http://www.energy.psu.edu/sp/cwsfcomb.html>.
5. Приготовление водоугольного топлива и технологии его сжигания / Серант Ф.А., Цепенюк А.И., Овчинников Ю.В., Луценко С.В., Карпов Е.Г. / Современная наука № 1(6), 2011, стр. 95-101.
6. Русчев Д.Д., Изготовление, стабилизация и применение топливных суспензий / Д.Д. Русчев // Кокс и химия. – 1996. – №10. – С. 9-12.
7. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство и использование водоугольного топлива. М., Изд. Академии горных наук, 2001, с. 52-56.
8. L.E. Barta, S. Szederkenyi, G. Horvath. Comparison of the Combustion Behaviour of Orimulsion and Heavy Fuel Oil in 70 MW Flames // 21th International Technical Conf. on Coal Utilisation & Fuel Systems. – Cleawather (USA ). – 1996. – P. 318-321.
9. Lloyd Alan C. Alternate fuel for emissions reduction // Amer. Inst. Chem. Eng. Summer Nat. Meet. – Denver, Colo, Ang. – 1989 – P. 78.
10. Андрийчук Н.Д., Богатырёва Л.Ю. «Перспективы применения водоугольного топлива» – Вестник ЛГУ им. В. Даля №2 2016 – 17-20 с.

### **Bohatyriova Lyubov Yurievna**

Institute of construction, architecture and housing and communal services  
Luhansk national university named after Vladimir dal, Luhansk, Ukraine  
E-mail: bogatyreva.lyuba@mail.ru

### **Andriychuk Nicholas Danilovich**

Institute of construction, architecture and housing and communal services  
Luhansk national university named after Vladimir dal, Luhansk, Ukraine  
E-mail: isaikh@yandex.ru

### **Kovalenko Alim Alekseevich**

Luhansk national university named after Vladimir dal, Luhansk, Ukraine  
E-mail: azazello102@gmail.com

## **Disposal of industrial waste into coal-water fuel**

**Abstract.** The article considers the possibility of searching for an alternative fuel that provides independence from energy carriers. Fuel that meets all thermal requirements and there was a simple way of its production. The main part of the extracted coal of Donbass, as well as almost a third of its geological reserves, are anthracites, which in their characteristics are among the best in the world. Gas coal accounted for 28 % of the total reserves. A quarter of these caking coals. Lean coals in the Donbas, a little less than 16 %, and flame types of coal about 2 %. All mined coal may be used in the production of coal-water fuel. Coal-water fuel is 4 times cheaper than fuel oil. The possibility of production of coal-water fuel on the basis of sewage from industrial enterprises of the city of Lugansk is considered. Any enterprise in Luhansk and Luhansk region in the manufacturing process using water in a subsequent resets runoff contaminated by industrial waste. Pollution depends on the activities of a plant or small enterprise. It should be noted that with sufficient knowledge of the coal-water suspension, there is a need to search for production lines of coal-water fuel that meets all rheological characteristics, as well as little studied combustion of coal-water fuel based on industrial wastewater at the boiler plant. Presents the characteristics of wastewater of industrial enterprises and analyzed the effluent more suitable for the production of fuel. Within the framework of the dissertation research, prototypes of compositions of coal-water fuel on the basis of industrial water and industrial wastewater were produced. The comparative characteristics are considered and the possibility of using coal-water fuel on the basis of industrial wastewater is analyzed.

**Keywords:** coal-water fuel; industrial effluents; production of coal-water fuel; environmental friendliness; safety