

*Асанов Р.Э., Абдалиев У.К., Ысманов Э.М., Ташполотов Ы.*

**ГИДРОДИНАМИКАЛЫК КАВИТАЦИЯ ЫКМАСЫ  
МЕНЕН АР ТҮРДҮҮ КОНЦЕНТРАЦИЯДАГЫ ТУРУКТУУ  
СУУ-КӨМҮР СУСПЕНЗИЯСЫН АЛУУ**

*Асанов Р. Э., Абдалиев У.К., Ысманов Э.М., Ташполотов Ы.*

**ПОЛУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОЙ ВОДОУГОЛЬНОЙ  
СУСПЕНЗИИ СПОСОБОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ  
ПРИ РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ**

*R.E. Asanov, U.K. Abdaliev, E.M. Ysmanov, Y. Tashpolotov*

**RECEIVING STABLE WATER-COAL SUSPENSION  
IN THE WAY OF HYDRODYNAMIC CAVITATION AT DIFFERENT  
CONCENTRATION**

УДК: 622.278+ 544.778

Бул макалада катуу дисперстүү фазанын концентрациялары 25%, 30%, 35%, 40%, 45% жана 50% болгон стабилдүү суу-көмүр суспензиясын (СКС) алуу каралат. СКСын даярдоодо пайдаланылган кавитациялык активдешкен суу реакцияга жөндөмдүү болгон радикалдык бөлүкчөлөрдү пайда кылып, оң эффект жаратат жана ушул себептен СКСын алууда гидродинамикалык кавитациянын эффективдүүлүгү жогору экендиги байкалат. Сууну кавитациялаган учурда пайда болгон бөлүкчөлөр суутектин атому  $\bullet\text{H}$  менен гидроксилдүү радикал  $\bullet\text{OH}$ , реакцияга башка бөлүкчөлөр менен активдүү катышышат: көмүрдүн бөлүкчөлөрү менен. Ошондой эле СКСына көбүрөөк седиментациялык туруктуулукту берүү үчүн реагент-пластификатор катарында СКСынын дисперстүү фазасынын 1% пайызын түзгөн натрий гуматы кошулат жана диспердүүлүгү 76 мкмден жогору болгон көмүр порошосу колдонулат. СКСынын седиментациялык туруктуулугу гидродинамикалык кавитация эффектисин колдонууда кескин, ал эми реагент-пластификатор натрий гуматын колдонууда бир аз жогорулайт.

**Негизги сөздөр:** гидродинамикалык кавитация, дисперсдүү фаза, концентрация, седиментациялык туруктуулук, суу-көмүр суспензия, гидроксилдүү радикал, көмүрдүн бөлүкчөлөрү.

В данной работе рассматривается получение стабильной водоугольной суспензии (ВУС), при концентрациях с содержанием твердой дисперсной фазы 25%, 30%, 35%, 40%, 45% и 50%. Вода использованная при активации кавитацией образует положительный эффект для изготовления ВУС образуя реакционноспособные радикальные частицы и поэтому наблюдается наибольший эффект гидродинамической кавитации для получения ВУС. Радикальными частицами при кавитации воды являются атом водорода  $\bullet\text{H}$  и гидроксильный радикал  $\bullet\text{OH}$  которые активно вступают в реакцию с другими частицами: в данном случае с частицами порошкообразного угля. Также для придания более седиментационной устойчивости в ВУС в качестве реагента-пластификатора добавляется гумат натрия с процентным составляющим 1%, от массы дисперсной фазы ВУС и применяется угольные порошки с дисперсностью более, чем 76 мкм. Седиментационная устойчивость ВУС значительно повышается при использовании эффекта гидродинамической кавитации и еще немного при использовании пластификатора-реагента гумата натрия.

**Ключевые слова:** гидродинамическая кавитация, дисперсная фаза, концентрация, седиментационная устойчивость, водоугольная суспензия, гидроксильный радикал, частицы угля.

In this work, receiving the stable water-coal suspension (WCS) is, considered at concentration with the maintenance of a firm disperse phase of 25%, 30%, 35%, 40%, 45% and 50%. The water used at activation by cavitation forms positive effect for production of WCS forming reactive radical particles and therefore the greatest effect of hydrodynamic cavitation for receiving WCS is, observed. Radical particles at cavitation of water are atom of  $\bullet\text{H}$  hydrogen and the hydroxyl radical of  $\bullet\text{OH}$ , which actively react with other particles: in this case with particles of powdery coal. Also for giving of more sedimentation, stability the sodium humate with the percentage making 1% is added to WCS as reagent-softener, from the mass of disperse phase WCS and coal powders with dispersion more, than 76 microns are applied. Sedimentation stability of WCS considerably increases when using effect of hydrodynamic cavitation and a little more at sodium humate softener-reagent use.

**Key words:** hydrodynamic cavitation, disperse phase, concentration, sedimentation stability, WCS, hydroxyl radical, coal particles.

**Введение.** Сжигание угля в виде водоугольной суспензии (ВУС) обладает рядом экономических, экологических и эксплуатационных преимуществ по сравнению с пылевидным и особенно слоевым сжиганием. Применение ВУС позволяет увеличить эффективность сжигания угля, утилизировать угольные шламы, уменьшить взрывоопасность тонкодисперсной угольной пыли на энергетических котлах, снизить количество выбросов в атмосферу оксидов азота и серы [1]. **Процессы, происходящие в эксперименте.** При кавитации воды происходит изменение структуры молекул воды, что приводит к возникновению реакционноспособных радикальных частиц. В случае воды такими радикальными частицами являются атом водорода и гидроксильный радикал.

Гидроксил-радикал является мощнейшим окислителем, который может существовать в воде, обладая высоким окислительным потенциалом. Гидроксил-радикал способен окислять практически все органические соединения.

**Постановка задачи.** Поскольку седиментационная устойчивость ВУС является главной ее реологической характеристикой, то применялись многие способы улучшить ее, например, воздействие постоянного магнитного и электрического полей на ВУС, подготовка ее в вибро- и шаровой мельнице и т.д. Однако эти способы обеспечивают получение менее стабильной ВУС, так как имеется в них ряд недостатков. Поэтому требуется разработки способа получения ВУС, который обеспечивал бы ее наибольшую стабильность. Одним из таких способов является получение ВУС на основе эффекта гидродинамической кавитации. В связи с этим основной задачей данной работы является увеличение седиментационной устойчивости ВУС с применением эффекта гидродинамической кавитации.

Седиментационной устойчивостью суспензии называется устойчивость частиц или дисперсных фаз данной суспензии против силы тяжести.

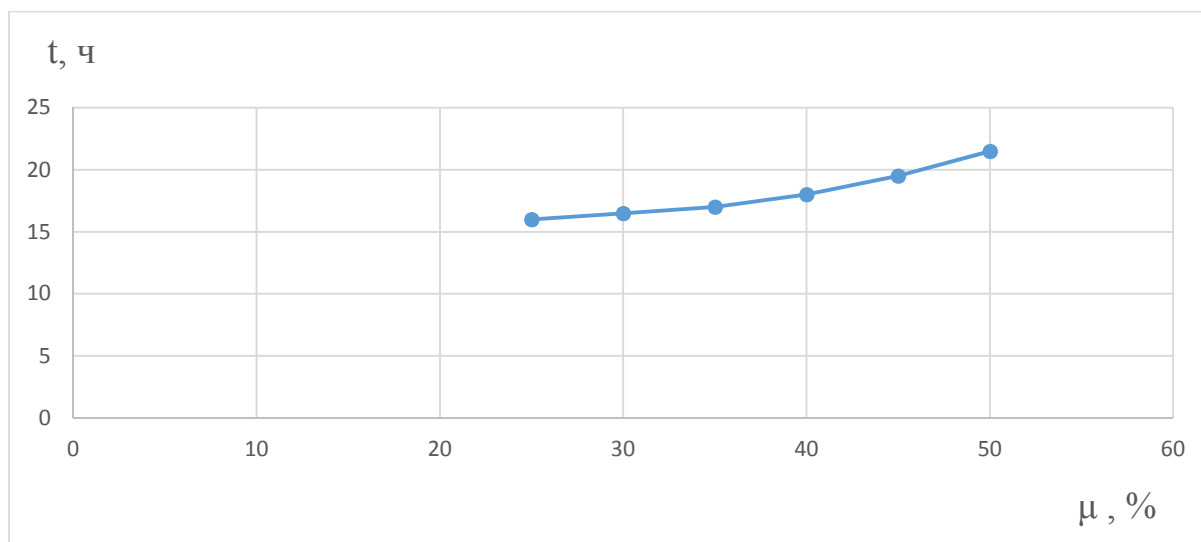
**Экспериментальная часть.** С целью, подбора наиболее эффективного пластификатора для ВУС, был применен гумат натрия полученного из угля. Данный реагент-пластификатор удовлетворяет, требованиям, предъявляемым к реагентам-пластификаторам и легкодоступен [2].

В эксперименте при изготовлении ВУС использован уголь Алайского бассейна «Сарымогольского» месторождения. Угольный порошок был высушен при температуре 105-110<sup>0</sup>С в течение 1ч 30 мин и измельчен дополнительно с помощью тяжелой цилиндрической каталки на гладкой поверхности. Затем с помощью сито (размер 200 меш) отсеяли порошки с дисперсностью более, чем 0,075 мм (75мкм) и общей массой 2250 грамм. Получение низко-размерных порошков для приготовления ВУС очень необходимо, так как многие физико-химические свойства низко-размерных частиц значительно отличаются от таких же свойств того же вещества, чем в виде более крупных частиц [3,4]. Экспериментальная часть в данной работе состоит из трех этапов.

**I. Получение ВУС с применением обычной питьевой воды.** Для эксперимента взяли 450 грамм высушенного угольного порошка с дисперсностью более, чем 75 мкм и 750 мл обычной питьевой воды. С помощью небольшого миксера модели SL-133 получили ВУС с разными концентрациями твердых фаз: 25%, 30%, 35%, 40%, 45% и 50%. Фиксировали время для отстаивания дисперсных фаз и результаты записали в таблицу 1 и составили график зависимости времени  $t$  (в часах) отстаивания частиц от концентрации ( $\mu$ ) дисперсной фазы (в, %) ВУС.

Таблица 1.

$\mu$ , %	25	30	35	40	45	50
$t$ , час	16	16,5	17	18	19,5	21,5



**Рис. 1.** График зависимости времени  $t$  отстаивания частиц от концентрации  $\mu$  дисперсной фазы ВУС при использовании обычной воды.

**II. Получение ВУС с использованием воды которая воздействовала эффект гидродинамической кавитации.** Для эксперимента взяли 1800 грамм высушенного угольного порошка дисперсность которого составляет более чем 75 мкм, объем воды для кавитации 3л, число кавитаций воды составило  $X=5$ , время кавитации  $t=20$  мин. При помощи миксера получили ВУС с концентрациями твердых фаз: 25%, 30%, 35%, 40%, 45% и 50% и фиксировали время для отстаивания дисперсных фаз. Результаты записали в таблицу 2 и составили график зависимости времени  $t$  (в часах) отстаивания частиц от концентрации  $\mu$  дисперсной фазы (в, %) ВУС.

Таблица 2

$\mu$ , %	25	30	35	40	45	50
$t$ , час	42	42,5	43	44	45	46

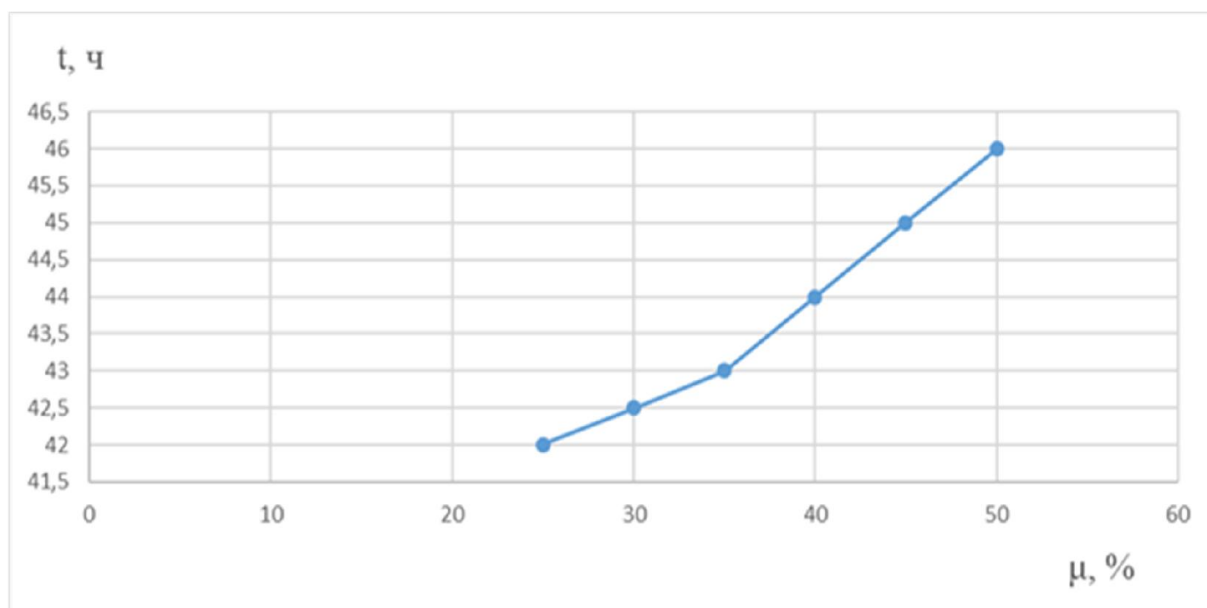


Рис. 2. График зависимости времени  $t$  отстаивания частиц от концентрации  $\mu$  дисперсной фазы ВУС при использовании воды эффектом воздействия гидродинамической кавитации.

**III. Получение ВУС с добавлением пластификатора-реагента гумата натрия при гидродинамической кавитации воды.** К полученным ВУС во втором этапе с концентрациями 25%, 30%, 35%, 40%, 45% и 50% добавляем, как реагент гумат натрия с процентным соотношением 1% от массы дисперсной фазы ВУС и фиксируем время отстаивания дисперсных фаз. Результаты эксперимента записывали в таблицу 3 и составили график зависимости времени  $t$  (в часах) отстаивания частиц от концентрации  $\mu$  дисперсной фазы (в, %) ВУС.

Таблица 3

$\mu$ , %	25	30	35	40	45	50
$t$ , час	43	43,5	44	45	46	47

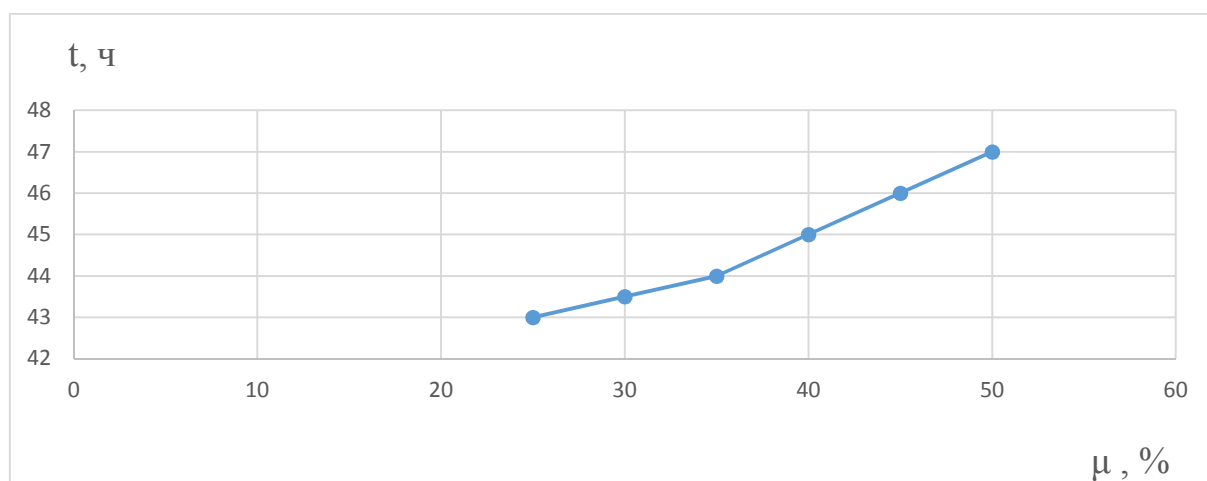


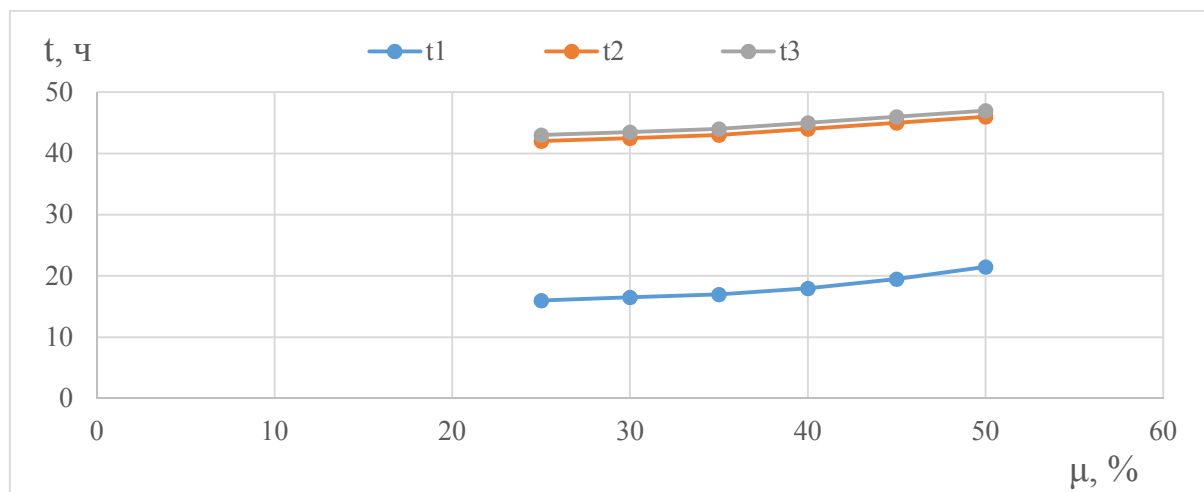
Рис. 3. График зависимости времени  $t$  отстаивания частиц от концентрации  $\mu$  дисперсной фазы ВУС при использовании воды эффектом воздействия гидродинамической кавитации и добавлении реагента гумата натрия с процентными соотношениями 1% от массы дисперсной фазы ВУС. Исследования проведены в при температуре воздуха  $t = +26^{\circ}\text{C}$ , атмосферное давление  $p_{\text{атм}} = 609$  мм. рт. ст., влажность помещения  $\psi = 42\%$ .

Для сравнения результатов записываем все результаты экспериментов в таблицу 4 и поместим все графики в одной системе координат.

Таблица 4

$\mu$ , %	25	30	35	40	45	50
$t_1$ , час	16	16,5	17	18	19,5	21,5
$t_2$ , час	42	42,5	43	44	45	46
$t_3$ , час	43	43,5	44	45	46	47

Измерения проведены при температуре помещения  $T=26^{\circ}\text{C}$ ,  $p_{\text{атм}}=690$  мм. рт. ст,  $\phi=42\%$ .



**Рис. 4.** Графики зависимостей времени  $t$  отстаивания частиц от концентрации  $\mu$  дисперсной фазы ВУС при использовании:  $t_1$ - обыкновенной воды;  $t_2$ -воды при воздействии эффекта гидродинамической кавитации;  $t_3$ - воды при воздействии эффекта гидродинамической кавитации и добавлении гумата натрия 1% от массы твердой фазы ВУС.

#### Выводы:

1. Установлено, что эффект воздействия гидродинамической кавитации на воду при изготовлении ВУС повышает устойчивость ВУС замедляя осаждение дисперсной фазы.
2. Из рис1-4 видно, что наибольшей устойчивостью обладает ВУС с концентрацией дисперсной фазы 50% во всех случаях.
3. Добавление реагента гумата натрия помогает лишь незначительно увеличить устойчивость ВУС.

#### Литературы:

1. Sunggyu Lee. Handbook of alternative fuel technologies [Текст]/ Sunggyu Lee. James G. Speight, Sudarshan K. Loyalka. - СКС Press, New York, 2007.
2. Папин А.В. Физико-химические изменения углей при измельчении в жидких средах [Текст] / А.В. Папин. Материалы конференции. - Кемерово, 2003. - С.257-258.
3. Ташполотов Ы. Получение суспензий низко-размерных порошков угля с помощью метода гидроударного фракционирования [Текст] / Ы.Ташполотов, Н.Т. Жоогаштиев, У.К. Абдалиев. - Вестник ЮО НАН КР. - №1, 2013. - С. 46-49.
4. Ысламидинов, А.Ы. Влияние эффекта кавитации на физико-технические свойства гетерогенных систем или многофазных жидких суспензий [Текст] / А.Ы. Ысламидинов, У.К. Абдалиев, Ы.Ташполотов. - [http:// www. econf. rae. ru/ article 3674](http://www.econf.rae.ru/article/3674).

Рецензент: к.т.н. Садыков Э.