

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_2}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad (5)$$

Суммарные потери давления:

$$\Delta P = R \cdot l + h \quad (6)$$

Потери механической энергии по уравнение Бернулли:

$$h_{\text{ex.вых}} = (z_{\text{ex}} - z_{\text{вых}}) + \frac{P_{\text{ex}} - P_{\text{вых}}}{\gamma_{\text{ex.вых}}} + \frac{\alpha_{1\text{ex}} \cdot v_{\text{ex}}^2 - \alpha_{2\text{вых}} \cdot v_{\text{вых}}^2}{2 \cdot g} \quad (7)$$

Абсолютное давление находится по формуле:

$$P_{\text{абс}} = P_{\text{атм}} + P_{\text{изб}} = 29000 + 100000 = 129000 \text{ Па}$$

29000 Па - экспериментальные данные, показания манометра. Атмосферное давление принимаем равным 10^5 Па.

Механическая работа в теплогенераторе находится по формуле:

$$\Delta L = ((z_{\text{ex}} - z_{\text{вых}}) + \frac{P_{\text{ex}} - P_{\text{вых}}}{\gamma_{\text{ex.вых}}} + \frac{\alpha_{1\text{ex}} \cdot v_{\text{ex}}^2 - \alpha_{2\text{вых}} \cdot v_{\text{вых}}^2}{2 \cdot g}) \cdot G \cdot g \cdot \tau$$

На графике 1 представлено изменение механической работы по времени:

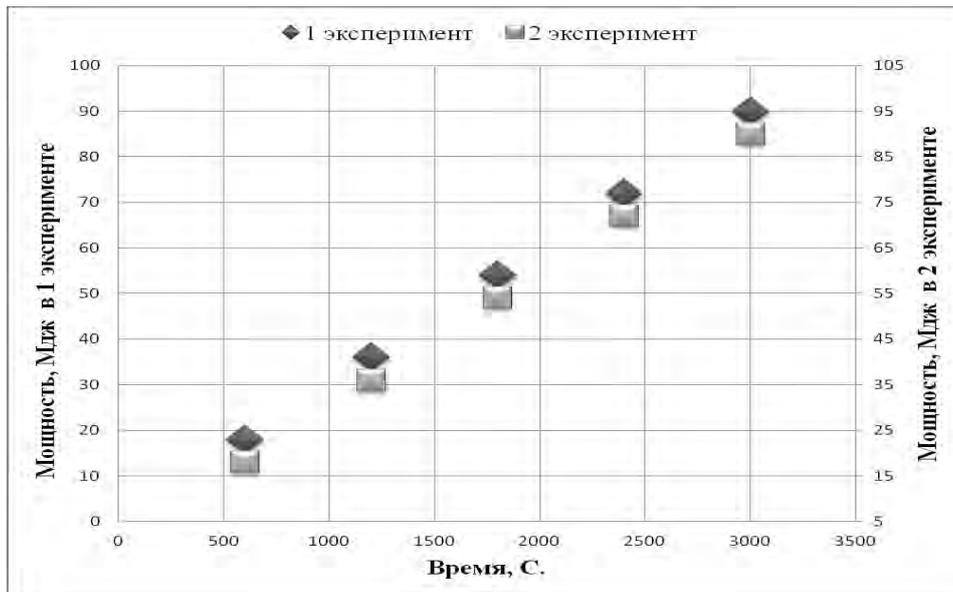


Рис. 2. Экспериментальное определение механической работы.

Выводы:

В статье приведены результаты гидравлического расчета системы децентрализованного отопления с электродным ТГ методом удельных потерь давления, в которой использованы экспериментальные данные. В результате расчета были найдены скорости теплоносителя на всех его участках, потери механической энергии, числа Рейнольдса и в итоге найдена механическая работа теплогенератора.

Список литературы:

1. Игонин, В.И. Иллюстративность неравновесной динамики моделирования энергетических систем с диссипативными составляющими. В.И. Игонин Н.В. Мнушкин. Журнал "Современные наукоёмкие технологии". – 2015. – №1 (часть 1). – С. 23-30.

Международные банки низкообогащенного урана, как средство обеспечения безопасности нераспространения ядерных материалов**Вдовенко А.Ю.***Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск**E-mail: radoststalina20-53@mail.ru*

Ядерная энергетика, в силу своей специфики, несет с собой ряд глобальных проблем, количество которых с каждым десятилетием увеличивается. Сначала это были проблемы чисто технического характера, однако со временем перед миром встала угроза распространения ядерных материалов, а следовательно, и ядерного оружия. И если в 20 веке угроза изготовления и применения ОМУ (оружия массового уничтожения) исходила непосредственно от ядерных держав, то сегодня особую опасность представляют еще и террористические организации, деятельность которых невозможно контролировать.

За последние годы проблема нераспространения ядерных материалов переросла в проблему нераспространения чувствительных технологий [1]. Так в 2006 году четверем бывшим руководителям японской корпорации «Митутойо Корпорейшн» было предъявлено обвинение в предполагаемом экспорте в Малайзию в октябре и ноябре 2001 года сверхточных трехмерных измерительных приборов. Эти приборы используются в строительстве газовых центрифуг для обогащения урана и могут способствовать созданию ядерного оружия. Все эти действия, несомненно, подорвали доверие к режиму ядерного нераспространения в Японии и негативно отразились на международном авторитете страны [2].

Распространение технологий обогащения урана может стать причиной увеличения способности глобального производства материалов оружейного качества. В некоторых случаях развитие мирных ядерных программ может служить прикрытием для программ военного использования ядерной энергии. Также многие страны заявляют о необходимости обладать собственными предприятиями по обогащению урана, так как в противном случае существует угроза приостановления поставок ядерного топлива в связи с изменившейся политической ситуацией. А так как в настоящий момент между некоторыми странами отношения более чем напряженные, проблема довольно актуальна.

Для решения этих проблем необходимо обеспечить альтернативный источник уранового топлива. Для этого нужно не только создать слаженный механизм поставки уранового сырья странам, нуждающимся в топливе для своих АЭС, но и гарантировать надежность этих поставок.

Мировое сообщество выдвинуло несколько инициатив, одна из которых была высказана Мухаммедом эль – Барадеем, который предложил взять весь ядерный топливный цикл под международный контроль, и в качестве первого шага в этом направлении он напомнил об инициативах по созданию международного банка низкообогащенного урана. Это должно обеспечить государства ядерным топливом для их реакторов и, возможно, они смогут отказаться от деятельности по обогащению урана [3].

Данную инициативу поддержал руководитель Росатома в рамках 51 – й Генеральной конференции МАГАТЭ. С.В. Кириенко предложил создать гарантийный запас низкообогащенного урана (банка топлива) при АО «МЦОУ» в Ангарске. И 29 марта 2010 года в Вене генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко и генеральный директор МАГАТЭ Юкия Аmano подписали Соглашение между Правительством Российской Федерации и МАГАТЭ о создании гарантийного запаса и поставках низкообогащенного урана из него МАГАТЭ для его государств – членов [4]. Согласно этому Соглашению Россия будет поставлять низкообогащенный уран (от 2.00% до 4.95%) из гарантийного запаса (120 тонн в виде гексафторида урана) МАГАТЭ по запросу генерального директора Агентства, а МАГАТЭ предоставлять этот материал стране, испытывающей перебои в поставках вследствие политического форс – мажора.

Создание и поддержание гарантийного запаса НОУ (низкообогащенного урана), а также его хранение и обращение осуществляется за счет Российской Федерации по Соглашению между правительством РФ и МАГАТЭ (Статья I, п.7) [5]. Цена за НОУ устанавливается на основе публикуемых признанными на международном уровне компаниями спотовых рыночных котировках [4].

Однако гарантийный запас НОУ в РФ не единственный пример создания межнационального банка ядерного топлива. Для упрощения поставок ядерного топлива, 18 сентября 2006 года в Вене в ходе 50 – й Генеральной конференции МАГАТЭ федеральный министр иностранных дел Германии Франк-Вальтер Штайнмайер озвучил инициативу создания

банка ядерного топлива, контролируемое МАГАТЭ хранилище обогащенного урана, которым могли бы пользоваться все заинтересованные страны. Таким образом, международное сообщество могло бы предотвратить попытки некоторых стран создать атомное оружие под прикрытием развития атомной энергетики в мирных целях [6].

На роль оператора банка ядерного топлива претендовали несколько государств, а именно – США, Россия, Германия и Казахстан [7]. Для выбора страны в мае 2011 года был объявлен тендер, и в марте 2012 года по итогам открытого конкурса Казахстан стал кандидатом на размещение банка на своей территории [8].

Основная причина выбора Казахстана в роли оператора банка это наличие опыта по безопасному хранению ядерных материалов. Для размещения банка топлива, правительством Казахстана был предоставлен металлургический завод в Ульбе. Все эти сооружения отвечают требованиям долговременного хранения ядерных материалов и условиям обеспечения их физической защиты, а также находятся под гарантиями МАГАТЭ [9].

Еще один из несомненных плюсов размещения банка топлива именно в Казахстане, это участие Казахстана в Международном центре обогащения урана в российском городе Ангарске, что дает возможность использования мощностей центра для обогащения хранящихся в банке запасов низкообогащенного урана.

Также размещению Банка именно в Казахстане способствуют устойчивая социально-политическая ситуация в стране, взвешенный внешнеполитический курс и продуктивное сотрудничество с МАГАТЭ [8].

Проект Банка топлива был разработан для предоставления странам, использующим энергию мирного атома, доступа к запасам низкообогащенного урана при невозможности его приобретения напрямую у стран поставщиков. Он был задуман для обеспечения государств – членов МАГАТЭ гарантией в надежном и предсказуемом источнике поставок низкообогащенного урана даже при отказе других механизмов поставок [10].

В отличие от российского опыта финансирование казахского проекта в размере около 150 млн. долларов, переданных в МАГАТЭ, складывается из добровольных взносов ряда стран и организаций. Фонд Nuclear Threat Initiative перечислил 50 млн. долларов, Норвегия – 5 млн. долларов, США – 49,54 млн. долларов, ОАЭ – 10 млн. долларов, ЕС – до 25 млн. евро и Кувейт – 10 млн. долларов. По нынешним рыночным ценам сумма в 150 млн. долларов будет достаточной для закупки около 60-80 тонн низкообогащенного урана и доставки его в место нахождения банка МАГАТЭ в принимающем государстве. Предполагалось, что годовые расходы агентства на обеспечение функционирования этого банка будут зависеть от ряда факторов, таких как стоимость хранения, а также затраты на меры безопасности и физической защиты [8].

Цена реализации топлива будет устанавливаться с учетом обеспечения возможности приобрести равное количество НОУ взамен поставленного стране – члену МАГАТЭ [11]. А приобретать НОУ из Банка МАГАТЭ смогут лишь те государства – члены, которые заключили с МАГАТЭ соглашения о всеобъемлющих гарантиях и выполняющие их положения. Условия обеспечения безопасности и сохранности Банка НОУ МАГАТЭ будут регулироваться законодательством Казахстана с учетом всех необходимых положений норм безопасности МАГАТЭ и его руководящих документов по физической безопасности. Кроме того, к Банку НОУ МАГАТЭ будут применяться гарантии МАГАТЭ в соответствии с Соглашением о всеобъемлющих гарантиях между Казахстаном и МАГАТЭ и Дополнительным протоколом к нему [12].

Банки НОУ в России и Казахстане в своей основе идентичны. Главное отличие в финансировании и количестве хранящегося урана. Преимущество казахского банка зависит от политической обстановки в мире. Сегодня не все страны готовы сотрудничать с российскими компаниями, что осложняет заключение сделок на покупку – продажу урана.

Самым оптимальным решением в сложившейся ситуации было бы создание системы международных Банков низкообогащенного урана. Тогда можно было бы гарантировать 100% покрытие рынка уранового топлива.

Список литературы:

1. <http://proatom.ru/modules.php?name=News&file=print&sid=1296>
2. <http://www.studfiles.ru/preview/4619863/page:2/>
3. <http://www.un.org/russian/news/story.asp?NewsID=12325#.VIRi3HbhDIU>
4. http://www.iuec.ru/activities/fuel_bank/
5. http://www.iuec.ru/files/IAEA_agreement_rus.pdf
6. <http://regnum.ru/news/706933.html>

7. <http://nuclearno.ru/text.asp?18194>
8. <http://nuclearno.ru/text.asp?17063>
9. <http://ia-centr.ru/expert/9664/>
10. <http://www.nomad.su/?a=3-201508280028>
11. <http://www.iuec.ru/press/news/?id=51>
12. <http://nuz.uz/v-mire/7457-kazahstan-budet-torgovat-nizkoobogaschennym-uranom.html>

Характерные режимы формирования пузырьковых течений

Воробьев М.А., Кашинский О.Н., Лобанов П.Д., Чинак А.В.

Институт Теплофизики СО РАН, Новосибирск, Россия

vorobyev@itp.nsc.ru

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований в рамках научного проекта № 15-38-21040 мол_а_вед

Введение. При движении двухфазных газожидкостных смесей в трубах и каналах реализуются различные режимы течений, одним из наиболее интересных и практически важных является пузырьковый режим. Исследование пузырьковых течений актуально для химической и атомной промышленности, металлургии, оксигенации и очистки воды. Создание микропузырей является важной областью исследований в материаловедении и пищевой индустрии. Пузыри микронного размера используются для разрушения тромбов или доставки лекарств в медицинских целях. Поэтому важно детальное изучение данной проблемы.

Большое количество работ посвящено исследованию паро- и газожидкостных пузырьковых потоков в трубах и каналах. Показано, что при одинаковых расходных параметрах жидкости и газа в пузырьковых течениях существенное влияние на тепло- и массообменные процессы в потоке оказывает размер газовых включений [1]. Таким образом, существует возможность управления процессами переноса в энергетических и технологических приложениях, путем изменения размеров пузырей вводимых в поток. Соответственно возникает задача о создании аппарата для генерации пузырей заданного объема в широком диапазоне размеров, но с минимальным разбросом. Для достижения этой цели необходимо понимание процессов происходящих при формировании пузыря и поиск определяющих их параметров.

В литературе представлен ряд работ посвященных непосредственно исследованию процесса отрыва пузыря от отверстия или капилляра, погруженного в покоящуюся жидкость. Экспериментальное исследование процесса проведено в [2]. Показано, что на поведение пузыря в жидкости оказывают влияние не только свойства сред и расход газа, но и способ ввода газа в жидкость.

Существует ряд работ посвященных теоретическому исследованию отрыва газового пузыря от капилляра, находящегося в потоке жидкости [4, 5]. Физическое описание процесса отрыва в данных работах, как правило, основано на рассмотрении баланса сил, действующих на пузырь.

Работы [6, 7] – одни из немногих, где проводятся экспериментальные исследования отрыва пузыря в потоке. В статье [6] показан эффект появления «вторичных» пузырей при отдалении капилляра от стенки канала. Предложена модель, предсказывающая размер пузыря в зависимости от расходных параметров с учетом коалесценции пузырей. В работе [7] экспериментально показано влияние как расходных параметров жидкости и газа, так и размера капилляра на отрывной диаметр пузыря от отверстия в стенке канала в условиях пониженной гравитации.

К сожалению, количество экспериментальных работ в данной области ограничено. Соответственно возникает задача систематического экспериментального исследования процесса отрыва пузыря от одиночного капилляра в потоке жидкости. Целью данной работы является проведение исследования влияния расходных параметров течения на процесс формирования пузырей в жидкостях с разными физическими свойствами.

Экспериментальная установка и методика эксперимента. Экспериментальная установка представляла собой замкнутый по жидкости контур (рис. 1). Рабочая жидкость (нагретый глицерин) при помощи центробежного насоса 1 из бака 2 подавалась в прозрачный вертикальный канал представляющим собой стеклянную трубу с внутренним диаметром 15 мм и длиной 800 мм. В центральной части канала в стенку вставлен горизонтальный капилляр из нержавеющей стали 4, через который в поток жидкости вводился газ (атмосферный воздух). Капилляр находился на расстоянии 550 мм от входа в трубу. Внутренний диаметр капилляра – 0.16 мм. Рабочий торец капилляра был аккуратно зашлифован. Ввод газа осуществлялся при помощи контроллера