

## Комплексные проекты как фактор интенсификации взаимодействия университетов с производством

*А. С. Васильев, П. О. Щукин, Ю. В. Суханов*

*ФГБОУ ВПО "Петрозаводский государственный университет"*

**Аннотация:** Показана эффективность взаимодействия университетов с промышленными предприятиями в рамках выполнения совместных комплексных проектов, представлены результаты патентно-информационного исследования технических решений, направленных на эффективную переработку твердых радиоактивных отходов.

**Ключевые слова:** атомная промышленность, комплексный проект, патент, радиоактивные отходы, университет.

Постановление Правительства России от 09.04.2010 г. № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства» и проведение на этой основе Минобрнауки России системы конкурсов обусловило интенсификацию взаимодействия российских университетов с отечественными машиностроительными предприятиями и инжиниринговыми компаниями. Примером такого взаимодействия являются проекты, выполняемые Петрозаводским государственным университетом (ПетрГУ) в сотрудничестве с ОАО «Петрозаводскмаш» и ЗАО «АЭМ-технологии» [1-4]. Так, по договору между с Минобрнауки России от 12.02.2013 № 02.G25.31.0031 ЗАО «АЭМ-технологии» и Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ) выполняют комплексный проект «Создание высокотехнологичного производства шиберных и клиновых штамповарных задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли с применением наноструктурированного защитного покрытия» [5-9].

Взаимодействие ПетрГУ и ЗАО «АЭМ-технологии» открывает возможности для совместных НИОКР из смежных областей, обеспечивая

---

инновационную активность, определение новых направлений для поисковых исследований и формирование новой интеллектуальной собственности.

В рамках определения таких направлений и опыта, полученного при создании в ПетрГУ системы формирования и защиты интеллектуальной собственности [10-12], выполнен патентный поиск, позволивший выявить многочисленные зарубежные патенты в рамках вышеназванного проекта [13-14] и др.

В то же время, расширенный патентный поиск показал, что в России и за рубежом ведется активный поиск технических решений, направленных на эффективную переработку твердых радиоактивных отходов. При анализе выделен ряд патентов.

Научно-производственное объединение (НПО) «Радон» является обладателем способа переработки твердых радиоактивных отходов [15], который включает смешение твердых радиоактивных отходов с алюмосиликатами и флюсом, их прессование и последовательную транспортировку через зоны сушки и пиролиза, предварительного сжигания, газификации, дожигания и плавления в условиях противотока отходящих газов. Устройство по этому способу включает охлаждаемую трехсекционную шахту, имеющую в своей верхней части узел загрузки, газоход для отвода отходящих газов и патрубков-ограничитель высоты слоя загружаемых отходов, соединенную через вертикальный соединительный канал горизонтальной камеры гомогенизации с горизонтальной камерой гомогенизации, внутри которой установлена поворотная ванна, причем внутренняя поверхность устройства имеет слой футеровки. Горизонтальная камера гомогенизации снабжена плазменным реактором и плазменным генератором и имеет выносной под, установленный на внутренней поверхности ее торцевой стенки, а в днище горизонтальной камеры гомогенизации у ее боковых стенок расположены устройства для вывода

---

расплава. Технический результат: расширение области применения способа, повышение скорости, безопасности реализации способа и качества получаемого конечного продукта, повышение надежности, производительности и ресурса работы устройства, а также упрощение конструкции устройства.

Промышленной компанией «Технология металлов» получен патент на способ переработки твердых радиоактивных отходов [16], включающий загрузку, плавление отходов, отдельный выпуск из плавильной камеры продуктов переработки: шлака и металла. При этом отходы предварительно подогревают теплом отходящих из плавильной камеры газов с температурой 1600-1750°C, а после нагрева их загружают в плавильную камеру герметичным устройством через отверстие в боковой стенке камеры со скоростью 0,8-1,1 т в час на 1 м<sup>2</sup> поверхности жидкого расплава, плавление отходов ведут непрерывно в топливо - кислородной гарнисажной плавильной камере, отходящие газы из которой направляют в подогреватель. В процессе переработки отходов поддерживают постоянный уровень жидкого металла в футерованной металлической ванне камеры, слив «грязного» радиоактивного шлака из плавильной камеры осуществляют на плавильном участке после накопления на поверхности металлического расплава слоя шлака высотой 250-400 мм. Разливку полученного в плавильной камере металла производят на отделенном от нее глухой перегородкой участке. Во время переработки твердых радиоактивных отходов корпус плавильной камеры охлаждают жидкометаллическим теплоносителем, а загрузку, предварительный подогрев, плавление и слив «грязного» радиоактивного шлака ведут на «грязном», загрязненном радиацией плавильном участке, отделенном глухой перегородкой от «чистого» участка разливки металла, полученного в плавильной камере.

---

Как показано в источнике [16] при опытных плавках согласно приведенному способу плавление твердых неметаллических отходов на поверхности предварительно полученного расплава протекало намного быстрее, увеличение скорости загрузки отходов с 0,6 т/час на 1 м<sup>2</sup> поверхности расплава до 0,9 т/час на 1 м<sup>2</sup> поверхности расплава существенно снизило время полного расплавления отходов. При этом плотность отходов увеличилась в 23 раза и были исключены процесс образования диоксинов при нагреве твердых отходов в условиях высоких температур и процесс вторичного синтеза диоксинов при быстром охлаждении газов с температуры 700-800°С до 200°С.

ОАО «Атомэнергоремонт» получен патент на способ дезактивации труб и трубных пучков - кислотнo-абразивная дезактивация [17], который заключается в том, что в глинистую суспензию, содержащую абразивный компонент и фосфорную кислоту для увеличения сорбирующей способности суспензии добавляют диатомит, в количестве до 25% от массы глины, затем полученной суспензией с влажностью не менее 50% производят динамическое воздействие на внутреннюю поверхность труб с помощью прокачки. Фосфорная кислота разрыхляет оксидные отложения на поверхности трубы, абразивные частицы за счет энергии потока удаляют их с поверхности трубы, а частицы диатомита и глины сорбируют их на своей поверхности и уносят из трубы, отработанный же раствор после дезактивации подвергают отверждению. По окончании дезактивации, которое определяется по прекращению роста активности дезактивирующего раствора, в емкости раствор отстаивается, при этом радионуклиды, адсорбированные частицами диатомита и глины переходят в осадок. Отстоявшуюся воду при помощи насоса откачивают для повторного использования, например, для приготовления новых дезактивирующих растворов. Густой осадок подачей воздуха выдавливают из емкости 15 и в

---

ней отстой досушивают нагревом при перемешивании смесителем до влажности не более 30%, затем переводят в твердое состояние фосфатной керамики дополнительным введением оксидов металлов и при необходимости – фосфорной кислоты или фосфатов. После отверждения емкость закрывают и отправляют на склад хранения твердых радиоактивных отходов.

Способ комплексной переработки твердых радиоактивных отходов методом плавления в электрической печи постоянного тока [18], защищенный патентом RU № 2481659 отличается тем, что переработка твердых радиоактивных отходов происходит путем их расплавления в электрической печи постоянного тока - под действием высокой температуры, сил гравитации и действия электрического поля осуществляется перераспределение радионуклидов по физико-химическим свойствам в конечных компонентах переработки, их фиксации в стабильной матрице, гарантирующей надежное хранение на весь период до необходимого уровня их распада, и обеспечивается перевод основной массы низко - (НАО) и среднерadioактивных отходов (САО) в очень низкоактивные отходы (ОНАО). В процессе плавления ТРО в печи поддерживается отрицательное давление с целью исключения выбросов в рабочую атмосферу цеха пыли и отходящих газов. Технологический процесс протекает под постоянным температурным и радиационным контролем. Образующиеся по предлагаемому способу комплексной переработки ТРО методом плавления композиты подлежат паспортизации. В дальнейшем они могут быть захоронены или вторично использованы как специфический строительный материал на полигоне АЭС, либо переданы на региональный пункт захоронения радиоактивных отходов (ПЗ РАО).

Патентообладателем изобретения «Обработка углеродсодержащих радиоактивных отходов» [19] стала компания «ELECTRICITEDEFRANCE»

---

(Франция), формула изобретения включает 31 пункт. Этот способ обработки углеродсодержащих отходов, содержит первый тип обработки для получения оксида углерода и второй тип обработки для получения твердого осадка оксида углерода посредством реакции с выбранным элементом. Он отличается тем, что в период первой стадии применяют одновременно первый и второй тип обработки, а в период второй стадии применяют только первый тип обработки. Этот способ также отличается тем, что оксид углерода, полученный в результате второй стадии, удаляют напрямую в атмосферу; выбранный элемент представляет собой кальций, второй тип обработки представляет собой образование карбоната, а твердый осадок, полученный после первой стадии, представляет собой кальцит, предназначенный для упаковки с целью долговременного хранения.

Выполненный анализ подтвердил, что в России и за рубежом ведется активное патентование технических решений, направленных на эффективную переработку твердых радиоактивных отходов.

*Анализ показал, что реализация Постановления Правительства России от 09.04.2010 г. № 218 и выполнение работ по договору между Минобрнауки России от 12.02.2013 № 02.G25.31.0031 ЗАО «АЭМ-технологии» и Петрозаводским государственным университетом интенсифицировали взаимодействие университета, инжиниринговой компании и машиностроительного предприятия в сфере разработки конкурентоспособной продукции и технологий для атомной и нефтегазовой промышленности и позволили определить новые направления для поисковых исследований.*

## Литература



1. Воронин, А. В., Шегельман, И. Р., Щукин, П. О. О стратегии повышения инновационного взаимодействия университетов с промышленностью // Перспективы науки, 2013. № 6(45). С. 5-8.
  2. Пакерманов, Е. М., Шегельман, И. Р., Одлис, Д. Б. Рыночная адаптация и развитие промышленных предприятий: теоретические и практические аспекты. Петрозаводск: Verso, 2014. 176 с.
  3. Шегельман, И. Р., Щукин, П. О. Интеграция инновационного взаимодействия вуза и отечественного машиностроительного предприятия при реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства // Глобальный научный потенциал, 2011. № 8. С. 136-139.
  4. Shegelman, I.R., Romanov, A.V., Vasiliev, A.S., Shchukin, P.O., 2013. Scientific and technical aspects of creating spent nuclear fuel shipping and storage equipment, Nuclear Physics and Atomic Energy. 14: 33-37.
  5. Васильев, А. С., Шегельман, И. Р., Щукин, П. О., Суханов, Ю. В. Некоторые направления патентования корпусов штамповарных клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности // «Инженерный вестник Дона», 2014, № 1 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245)
  6. Шегельман, И. Р., Корчагин, М. В., Колесников, Г. Н., Щукин, П. О. Специфика проекта по созданию высокотехнологического производства шибберных и клиновых задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли // Перспективы науки, 2013. № 8(47). С. 103-105.
  7. Шегельман, И. Р., Васильев, А. С., Щукин, П. О. Патентный поиск в области конструкций запорной арматуры для АЭС, ТЭС и для магистрального трубопроводного транспорта // «Инженерный вестник Дона», 2013, № 3 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1770](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1770)
-



8. Васильев, А. С., Щукин, П. О. Некоторые направления повышения качества уплотнительных поверхностей затворов задвижек магистральных трубопроводов // «Инженерный вестник Дона», 2014, № URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2282](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2282)
9. Васильев, А. С., Суханов, Ю. В. Некоторые тенденции развития систем моделирования эксплуатационных качеств изделий на ЭВМ и рынка этих систем, 2014, № 1 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2366](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2366)
10. Шегельман, И. Р., Кестер, Я. М., Васильев, А. С. Охрана результатов инновационной деятельности. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. 332 с.
11. Шегельман, И. Р., Рудаков, М. Н., Кестер, Я. М. Рынок интеллектуальной собственности и конкуренция. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. 420 с.
12. Шегельман, И. Р. Формирование интеллектуальной собственности – важнейший элемент инновационной деятельности университетов // Инновации, 2011. № 11. С. 25-27.
13. Pat. WO2013049643 United States, МПКF16K3/12. Expanding gate valve assembly / Arora Sumeet; applicants INTEGRATED EQUIPMENT INC , Arora Sumeet. № WO2012US58023; application date 04.02.2028.09.2012; date of publication 04.04.2013.
14. Pat. CN2908938 China, МПКF16K3/12; F16K3/316. Nuclear one-stage quick on-off section valve / Zhang Zonglie Jiang ; applicants SUFA TECHNOLOGY INDUSTRY CO LT. № CN20062113261U; application date 28.04.2006; date of publication 06.06.2007.
15. Пат. 2140109 Российская федерация, МПКG21F9/32. Способ и устройство для переработки твердых радиоактивных отходов / Дмитриев С. А., Князев И. А., Лифанов Ф. А., Полканов М. А.; заявитель и патентообладатель Московское государственное предприятие - Объединенный эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию



РАО и охране окружающей среды (Мос. НПО. "Радон"). № 98116851/28; 20.10.1999.

16. Пат. 2486616 Российская федерация, МПКG21F9/28. Способ переработки твердых радиоактивных отходов/ Голубев А. А., Гудим Ю. А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Промышленная компания "Технология металлов". № 2011152899/07; 27.06.2013.

17. Пат. 2505872 Российская федерация, МПКG21F9/28. Способ дезактивации труб и трубных пучков – кислотнo-абразивная дезактивация / Аксенов В. И., Кадников А. А., Минаев В. И., Шастин А. Г., Щеклеин С. Е.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Атомэнергоремонт" (ОАО "Атомэнергоремонт"). № 2011142804/07; 27.01.2014.

18. Пат. 2481659 Российская федерация, МПКG21F9/28. Способ комплексной переработки твердых радиоактивных отходов методом плавления в электрической печи постоянного тока / Сорокин Ю. И., Никитенко В. Г., Жукова Л. А., Гуламов А. А., Богданов А. В., Малышев В. Н., Блохин В. Н., Жабицкий М. Г., Киселев С. В. заявитель и патентообладатель Сорокин Ю. И., Никитенко В. Г., Жукова Л. А., Гуламов А. А., Богданов А. В., Малышев В. Н., Блохин В. Н., Жабицкий М. Г., Киселев С. В.; № 2011110888/07; 10.05.2013.

19. Pat. WO2010103210 France, МПКG21F9/30; G21F9/32. Treatment of carbon-containing radioactive waste / Laurent Gerard; applicants ELECTRICITE DE FRANCE, Laurent Gerard. № WO2010FR50174; application date 04.02.2010; date of publication 16.09.2010.

### References

1. Voronin, A. V., Shegel'man, I. R., Shhukin, P. O. Perspektivy nauki, 2013. № 6(45). pp. 5-8.

---



2. Pakermanov, E. M., Shegel'man, I. R., Odlis, D. B. Rynoch'naja adaptacija i razvitie promyshlennyh predpriyatij: teoreticheskie i prakticheskie aspekty [Market adaptation and development of industrial enterprises: theoretical and practical aspects]. Petrozavodsk: Verso, 2014. 176 p.
  3. Shegel'man, I. R., Shhukin, P. O. Global'nyj nauchnyj potencial, 2011. № 8. pp. 136-139.
  4. Shegelman, I.R., Romanov, A.V., Vasiliev, A.S., Shchukin, P.O., 2013. Scientific and technical aspects of creating spent nuclear fuel shipping and storage equipment, Nuclear Physics and Atomic Energy. 14: 33-37.
  5. Vasil'ev, A. S., Shegel'man, I. R., Shhukin, P. O., Suhanov, Ju. V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 1 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245)
  6. Shegel'man, I. R., Korchagin, M. V., Kolesnikov, G. N., Shhukin, P. O. Perspektivy nauki, 2013. № 8(47). pp. 103-105.
  7. Shegel'man, I. R., Vasil'ev, A. S., Shhukin, P. O. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 3 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1770](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1770)
  8. Vasil'ev, A. S., Shhukin, P. O. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2282](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2282)
  9. Vasil'ev, A. S., Suhanov, Ju. V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 1 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2366](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2366)
  10. Shegel'man, I. R., Kester, Ja. M., Vasil'ev, A. S. Ohrana rezul'tatov innovacionnoj dejatel'nosti [Protection of innovation]. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2012. 332 p.
  11. Shegel'man, I. R., Rudakov, M. N., Kester, Ja. M. Rynok intellektual'noj sobstvennosti i konkurencija [Intellectual property market and competition]. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2012. 420 p.
  12. Shegel'man, I. R. Innovacii, 2011. № 11. pp. 25-27.
-



13. Pat. WO2013049643 United States, МПКF16K3/12. Expanding gate valve assembly / Arora Sumeet; applicants INTEGRATED EQUIPMENT INC , Arora Sumeet. № WO2012US58023; application date 04.02.2028.09.2012; date of publication 04.04.2013.

14. Pat. CN2908938 China, МПКF16K3/12; F16K3/316. Nuclear one-stage quick on-off section valve / Zhang Zonglie Jiang ; applicants SUFA TECHNOLOGY INDUSTRY CO LT. № CN20062113261U; application date 28.04.2006; date of publication 06.06.2007.

15. Pat. 2140109 Rossijskaja federacija, МПКG21F9/32. Sposob i ustrojstvo dlja pererabotki tverdyh radioaktivnyh othodov [Method and apparatus for processing of solid radioactive waste] / Dmitriev S. A., Knjazev I. A., Lifanov F. A., Polkanov M. A.; zajavitel' i patentoobladatel' Moskovskoe gosudarstvennoe predpriyatje - Ob#edinennyj jekologo-tehnologicheskij i nauchno-issledovatel'skij centr po obezvrezhivaniju RAO i ohrane okruzhajushhej sredy (Mos. NPO. "Radon"). № 98116851/28; 20.10.1999.

16. Pat. 2486616 Rossijskaja federacija, МПКG21F9/28. Sposob pererabotki tverdyh radioaktivnyh othodov [Method for processing of solid radioactive waste] / Golubev A. A., Gudim Ju. A.; zajavitel' i patentoobladatel' Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju Promyshlennaja kompanija "Tehnologija metallov". № 2011152899/07; 27.06.2013.

17. Pat. 2505872 Rossijskaja federacija, МПКG21F9/28. Sposob dezaktivacii trub i trubnyh puchkov – kislotno-abrazivnaja dezaktivacija [Method of decontamination tubes and tube bundles - acid-abrasive decontamination] / Aksenov V. I., Kadnikov A. A., Minaev V. I., Shastin A. G., Shheklein S. E.; zajavitel' i patentoobladatel' Otkrytoe akcionernoje obshhestvo "Atomjenergoremont" (OAO "Atomjenergoremont"). № 2011142804/07; 27.01.2014.

18. Pat. 2481659 Rossijskaja federacija, МПКG21F9/28. Sposob kompleksnoj pererabotki tverdyh radioaktivnyh othodov metodom plavlenija v jelektricheskoj

---



pechi postojannogo toka [The method of complex processing of solid radioactive waste by melting in an electric furnace DC] / Sorokin Ju. I., Nikitenko V. G., Zhukova L. A., Gulamov A. A., Bogdanov A. V., Malyshev V. N., Blohin V. N., Zhabickij M. G., Kiselev S. V. zajavitel' i patentoobladatel' Sorokin Ju. I., Nikitenko V. G., Zhukova L. A., Gulamov A. A., Bogdanov A. V., Malyshev V. N., Blohin V. N., Zhabickij M. G., Kiselev S. V.; № 2011110888/07; 10.05.2013.

19. Pat. WO2010103210 France, МПК G21F9/30; G21F9/32. Treatment of carbon-containing radioactive waste / Laurent Gerard; applicants ELECTRICITE DE FRANCE, Laurent Gerard. № WO2010FR50174; application date 04.02.2010; date of publication 16.09.2010.