

УДК 664.2  
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2\(56\)-68-73](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2(56)-68-73)

Поступила в редакцию 27.04.2022  
Received 27.04.2022

**Н. Н. Петюшев, Д. И. Гоман, Л. В. Евтушевская, О. Н. Станкевич**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БУРОВОГО РЕАГЕНТА НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА**

**Аннотация.** В статье приведен анализ современного состояния крамалоперерабатывающей отрасли Республики Беларусь, динамика производства нативного крахмала, объемы экспорта и импорта модифицированных крахмалов. Одним из направлений использования модифицированного крахмала является изготовления на его основе буровых реагентов, предназначенных для использования в нефтяной и газовой отраслях, а также в геологоразведке. Они имеют большой потенциал для сокращения импортозависимости отечественной нефтегазовой отрасли, а также имеют экспортный потенциал, особенно в условиях Севера.

Описан состав смесей полученных специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» образцов буровых реагентов, а также основные технологические параметры получения бурового агента с добавлением декстрина, хлористого натрия и Оснопак НО.

**Ключевые слова:** крахмал, крахмалопродукты, модифицированный крахмал, буровой реагент, реагент для бурения.

**N. N. Petyushev, D. I. Goman, L. V. Evtushevskaya, O. N. Stankevich**

*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,  
Minsk, Republic of Belarus*

## **IMPROVEMENT OF DRILLING REAGENTS BASED ON STARCH**

**Abstract.** The article provides an analysis of the current state of the Kramal processing industry of the Republic of Belarus, the dynamics of the production of native starch, the volume of exports and imports of modified starches. One of the areas of use of modified starch is the production of drilling reagents on its basis, intended for use in the oil and gas industries, as well as in geological exploration. They have great potential to reduce the import dependence of the domestic oil and gas industry, and also have an export potential, especially in the North.

The composition of the mixtures obtained by specialists of RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” samples of drilling reagents, as well as the main technological parameters for obtaining a drilling agent with the addition of dextrin, sodium chloride and Osнопак NO.

**Keywords:** starch, starch products, modified starch, drilling agent, drilling agent.

**Введение.** Крахмал и крахмалопродукты играют важную роль в народном хозяйстве. Они широко используются во многих отраслях пищевой промышленности: кондитерской, хлебопекарной, консервной, пищекокцентратной, молочной, мясной, а также в текстильной, бумажной, кожевенной, полиграфической, фармацевтической промышленности, в металлургии и в быту [1].

Благодаря особенностям морфологической структуры и вкусовым качествам крахмал играет решающую роль в формировании потребительских свойств многих продуктов [2].

Высокий темп инноваций, наблюдаемый в последнее время в крахмало-паточной отрасли, прежде всего, связан с разработкой различных технологий модификации нативного крахмала, т.е. целенаправленного физико-химического воздействия, позволяющего управлять его практическими свойствами [3].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В настоящее время в Республике Беларусь функционируют около 20 предприятий государственной и частной формы собственности по переработке кар-

тофеля на крахмал и картофелепродукты. Имеющиеся мощности позволяют перерабатывать более 200 тыс. тонн картофеля в год, а также производить 25 тыс. тонн крахмала (рис. 1).

Ключевыми производителями нативного картофельного крахмала являются ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», ОАО «Гольшанский крахмальный завод», РУП «Толочинский консервный завод», филиал «Бродницкий крахмальный завод» — РПУП «Брестский ликеро-водочный завод «Белалко», ОАО «Верховичский крахмальный завод», ОАО «Борковский крахмальный завод», РУП «Минск Кристалл» — производственные цеха в Снове и Любани. Единственным производителем нативного кукурузного крахмала является РУП «Экзон-Глюкоза».

За последние годы картофелеперерабатывающая отрасль Беларуси существенно изменилась. Введены в эксплуатацию новые производства по выпуску крахмала в ОАО «Новая Друть» в Могилевской и ОАО «Отечество» в Брестской областях. В «Новой Друти» также построен цех по производству модифицированных крахмалов для бумажной отрасли республики. В ОАО «Лидапищеконцентраты» восстановлен цех малой мощности по выпуску крахмала. На заводах в ОАО «Отечество» и ОАО «Новая Друть» установлено оборудование международной корпорации «Клетк» (Китай).

Крахмальными предприятиями Республики Беларусь выпускаются в основном нативные крахмалы. Ежегодно в Республике Беларусь производится 16-17 тыс. тонн крахмала в год из 170 тыс. тонн перерабатываемого картофеля [4].

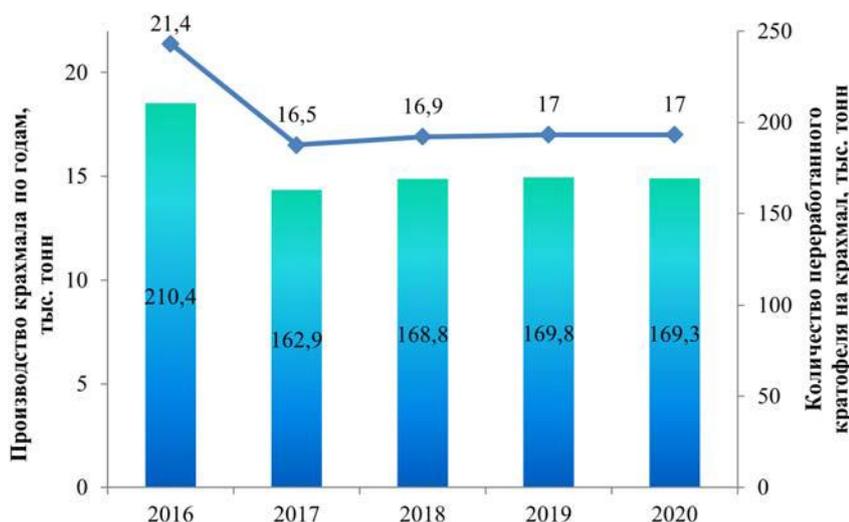


Рис. 1. Динамика производства нативного крахмала из перерабатываемого картофеля в Республике Беларусь за 2015-2019 гг.

Fig. 1. Dynamics of production of native starch from processed potatoes in Belarus in 2015-2019

Важным направлением в развитии картофелекрахмальной отрасли является расширение производства модифицированных крахмалов. Они обладают избирательной способностью изменять или усиливать те или иные характеристики продуктов, в состав которых вносятся. Эти свойства крахмалам придаются в процессе их модификации путем физического, теплового, химического или комбинированного воздействия. Согласно Программе развития картофелекрахмальной отрасли на 2010–2015 гг., «Комплексу мероприятий по импортозамещению крахмала модифицированного в различных отраслях», во исполнение поручения Совета Министров Республики Беларусь от 5 февраля 2018 г. №06/505-41/1519р, а также поручения правительства «О реализации плана мероприятий по повышению эффективности деятельности организаций, осуществляющих выпуск крахмала» (№06/217-834/10834 р от 30.09.2019 г.), структура производства модифицированных крахмалов в Республике Беларусь формируется в настоящее время следующим образом:

1. ОАО «Новая Друть» (Бельничский район, Могилевская область) — производство химически модифицированных крахмалов, в основном катионных для нужд целлюлозно-бумажной промышленности;
2. ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» (Мостовский район, Гродненская область) — производство физически модифицированных (экструзионных) крахмалов для технических целей;
3. ОАО «Пищевой комбинат Веселово» (Борисовский район, Минская область) — производство нескольких видов химически модифицированных крахмалов и декстрина.

Очевидно, что указанные отечественные крахмальные предприятия не могут в полной мере обеспечить внутренние потребности промышленности Республики Беларусь в модифицированных крахмалах (рис. 2).

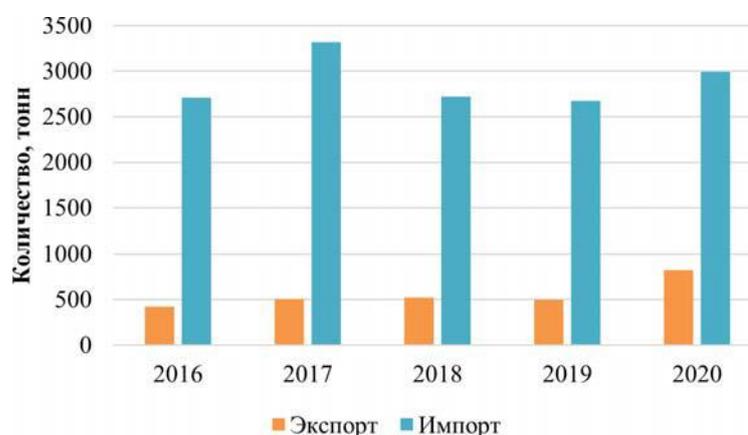


Рис. 2. Динамика экспорта и импорта модифицированного крахмала Республики Беларусь  
 Fig. 2. Dynamics of export and import of modified starch of the Republic of Belarus

Лидером по производству как нативного так и модифицированного крахмала в Республике Беларусь является ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», (рис. 3) который оснащен современным оборудованием шведской фирмы «Ларссон», которое позволяет производить 400 тонн крахмала в сутки [5].

Также на ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» установлен современный комплекс экструзионного оборудования швейцарского производства (Bühler AG), что позволяет предприятию производить модифицированный экструзионный крахмал и крахмалопродукты.

Сотрудниками предприятия совместно со специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» и сотрудниками БелНИПИнефть разработана технология и освоено производство бурового крахмалсодержащего реагента для бурения, который нашел свое применение в технических целях в нефтяной и газовой отраслях для стабилизации буровых растворов в качестве реагента для бурения при строительстве скважин, в картонно-бумажной и других отраслях промышленности, а также в геологической разведке.



Рис. 3. Рогозницкий крахмальный завод  
 Fig. 3. Rogoznica starch plant

УП «ПО «Белоруснефть» полностью перешло на использование отечественного бурового реагента, который обеспечивает требуемые значения ключевых показателей — вязкости и фильтрации как для биополимерных, так и для глинистых буровых растворов. Этот вид модифицированного крахмала поставляется и на экспорт.

Результаты предыдущих научно-исследовательских работ по разработке реагентов крахмалсодержащих модифицированных для бурения, вырабатываемых путем физической модификации (экс-

трудированием) крахмалсодержащего сырья показали перспективность проведения дальнейших научно-исследовательских работ по разработке технологии производства буровых реагентов с использованием химических добавок. Буровой реагент, полученный с использованием химических добавок, позволит стабилизировать набухающие в воде и диспергирующиеся глинистые сланцы, а также позволит регулировать вязкость буровых растворов.

Буровые растворы используются в самых разнообразных геологических условиях, при этом на их физико-механические свойства оказывают влияние порознь или совместно температура, давление, электролиты, стабильность, контракция, скорость сдвига, химические добавки и многое другое. Один и тот же раствор недопустимо применять для всех видов бурения. Чем сложнее устроена скважина, и чем сложнее геологические условия бурения, тем сложнее и качественнее должен быть буровой реагент. Для предотвращения аварий в процессе бурения, необходимо тщательно разрабатывать сам буровой реагент и компоновать специальные химические реагенты.

Сотрудники БелНИПИнефть отмечали, что при поддержании показателя фильтрации бурового раствора при использовании реагента для бурения, производимого ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» на требуемом уровне значения показателя условной вязкости находятся в верхнем диапазоне предела, таким образом, целесообразно доработать состав бурового реагента с целью снижения вязкости. На основании поисковой работы в качестве понизителей вязкости были выбраны полиакриламид и полианионная целлюлоза Оснопак НО. Состав смесей полученных образцов буровых реагентов приведен в табл. 1.

Таблица 1. Состав смесей буровых реагентов с химическими добавками  
Table 1. Composition of mixtures of drilling reagents with chemical additives

Компонент	Содержание, %	Способ получения
Образец 1		
Экструзионный кукурузный крахмал	80	Механическое смешивание
Полиакриламид	20	
Образец 2		
Экструзионный кукурузный крахмал	60	Механическое смешивание
Оснопак НО	40	

Полученные образцы в разной концентрации добавлялись в модельный сапропелево-глинистый соленасыщенный раствор, затем проводился замер значений параметров фильтрационной способности и условной вязкости (табл. 2).

Таблица 2. Фильтрационная способность и условная вязкость образцов бурового агента на основе модифицированного крахмала

Table 2. Filtration capacity and relative viscosity of drilling agent samples based on modified starch

Наименование параметра	Модельный сапр.-гл. раствор	Раствор + 0,5% обр.	Раствор + 1% обр.	Раствор + 1,5% обр.	Раствор + 2% обр.
Образец 1					
Условная вязкость, с/500 мл.	30	30	35	-	-
Фильтрационная способность, мл/30 мин	42	20	4,2	-	-
Образец 2					
Условная вязкость, с/500 мл.	31	58	62	68	74
Фильтрационная способность, мл/30 мин	40	16	3,8	2,5	1,8

Требуемые показатели раствора были получены при использовании первого образца бурового реагента в концентрации 1%, также был получен требуемый показатель фильтрации при использовании второго образца в концентрации 1%, однако показатель вязкости превысил требуемое значение.

С целью определения химических добавок, уменьшающих вязкость буровых растворов, при сохранении величины коэффициента фильтрации на существующем уровне в результате поисковых исследований, результатам предварительных экспериментов и рекомендаций сотрудников БелНИПИнефть, в качестве химических добавок для работ по дальнейшему совершенствованию бурового реагента были выбраны: декстрин, Оснопак НО и хлористый натрий.

Оснопак применяется в качестве эффективного регулятора реологических и фильтрационных свойств глинистых и безглинистых буровых растворов на водной основе. Рекомендуемая концентрация химического продукта составляет от 1,5 до 5 кг/м<sup>3</sup> в зависимости от типа бурового раствора.

Декстрин — один из основных реагентов, используемых в процессе бурения. Он защищает буровые растворы от коагулирующего действия солей всех видов при температуре до 150 °С.

В производственных условиях опытно-технологического участка РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» на двухшнековом экструдере DS56-III с целью проверки принципиальной возможности экструдирования смеси крахмала и выбранных химических реагентов и проведена предварительная выработка образцов.

Экструдирование проводилось при следующих технологических режимах:

- ♦ рабочая температура экструдера — 170 °С;
- ♦ частота вращения шнеков — 80 мин<sup>-1</sup>;
- ♦ диаметр отверстия фильеры — 2,5 мм.

В табл. 3 приведен состав смесей образцов перед экструдированием.

Таблица 3. Состав образцов перед экструдированием  
Table 3. Composition of samples before extrusion

Образец 1		
Декстрин	Крахмал	Вода
1 кг	4 кг	0,4 кг
Образец 2		
Хлорид натрия	Крахмал	Вода
0,2 кг	4,8 кг	0,3 кг
Образец 3		
Гель концентрацией 1,4%		Крахмал
0,4		5 кг

Полученные образцы экструдата дробили на лабораторной дробилке до максимальной фракции 0,5 мм и использовали для определения условной вязкости на вискозиметре ВЗ-246.

Результаты измерения условной вязкости полученных образцов в концентрации 1% и 3% приведены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты экспериментальных данных по изучению условной вязкости буровых агентов  
Table 4. Results of experimental data on the study of the conditional viscosity of drilling agents

Наименование химической добавки	Время перемешивания раствора, час				
	1	3	5	22	Среднее значение
Значение условной вязкости с концентрацией бурового реагента 1%					
Декстрин	10,6	10,8	10,8	10,8	10,7
Оснопак	10,9	11,0	11,2	10,6	10,9
Хлористый натрий	10,8	10,6	11,0	10,8	10,8
Буровой реагент (контроль)	10,7	10,6	10,7	10,9	10,7
Значение условной вязкости с концентрацией бурового реагента 3%					
Декстрин	10,9	11,0	11,1	11,2	11,1
Оснопак	11,4	11,7	11,1	11,2	11,4
Хлористый натрий	11,0	11,4	11,2	11,0	11,2
Буровой реагент (контроль)	11,3	11,4	11,5	11,4	11,4

Полученные результаты показывают, что декстрин дает некоторое снижение вязкости, в то время как Оснопак НО — увеличение. Использование хлористого натрия также приводит к снижению вязкости раствора. При увеличении концентрации бурового реагента эта тенденция сохраняется, причем увеличение времени перемешивания более 3 часов практически не оказывает влияния на вязкость раствора.

**Заключение.** В процессе проведенных экспериментальных исследований установлено, что буровой реагент, полученный с добавлением декстрина и хлористого натрия, дает некоторое снижение вязкости раствора, в то время как использование Оснопак НО приводит к ее увеличению. При увели-

чении концентрации полученных экспериментальных образцов буровых реагентов с использованием химических добавок эта тенденция сохраняется.

Для установления производственных рецептурных соотношений химических добавок и крахмала будет проведена выработка образцов бурового реагента в промышленных условиях ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» на промышленном двухшнековом экструдере Bühler.

### Список использованных источников

1. Ловкис, З. В. Технология крахмала и крахмалопродуктов: учебное пособие / З.В. Ловкис, | В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев. — Минск: Асобны, 2007. — 178 с.
2. Крахмал и крахмалопродукты: монография / В.В. Литвяк [и др.]. — Краснодар: Из. ФГБЩУ ВПО «КубГТУ», 2013. — 204 с.
3. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З. В. Ловкис [и др.]. — Минск : Белар. Навука, 2008. — 537 с.
4. Производство крахмала в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://rep.polessu.by/bitstream/123456789/13520/1/Latyshevich\\_SV.pdf](https://rep.polessu.by/bitstream/123456789/13520/1/Latyshevich_SV.pdf). — Дата доступа: 25.04.2022.
5. Сельское хозяйство Республики Беларусь : статистический сборник [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/7ce /7ce6207d84d4ad5801ee24bb91548090.pdf>. — Дата доступа: 25.04.2022.
6. Балансы продовольственных ресурсов Республики Беларусь 2014–2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/b51/b51ac58d1708e98162a6f36f645f312a.pdf>. — Дата доступа: 26.04.2021 г.
7. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. — Дата доступа: 24.04.2022.

### Информация об авторах

*Петюшев Николай Николаевич* — кандидат технических наук, начальник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 22037, г. Минск, Республика Беларусь) E-mail: [petushev@belproduct.com](mailto:petushev@belproduct.com)

*Гоман Дмитрий Иосифович* — научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [goman1191@gmail.com](mailto:goman1191@gmail.com)

*Евтушевская Людмила Владимировна* — научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

*Станкевич Ольга Николаевна* — инженер-технолог отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

### Information about the authors

*Petyushev Nikolai Nikolaevich* — PhD (Engineering), Head of the Department of Technologies for Root and Tuber Products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (Kozlova str., 29, 22037, Minsk, Republic of Belarus) E-mail: [petushev@belproduct.com](mailto:petushev@belproduct.com)

*Goman Dmitry Iosifovich* — Researcher of the Department of Technologies of Root and Tuber Products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [goman1191@gmail.com](mailto:goman1191@gmail.com)

*Evtushevskaya Lyudmila Vladimirovna* — Researcher of the Department of Technologies of Root and Tuber Products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

*Stankevich Olga Nikolaevna* — Process Engineer of the Department of Technologies for Root and Tuber Products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)