

# Организация производства и обеспечение безопасности и экологичности производственных процессов в нефтегазовой отрасли

## Organization of production and ensuring the safety and environmental friendliness of production processes in the oil and gas industry

05.02.22 Организация производства (по отраслям) (технические науки)

DOI: 10.31660/0445-0108-2021-1-105-115

УДК 678.746.22

**Кассетная технология изготовления полистирольного пенопласта  
беспрессовым способом**

**Н. Л. Мамаева<sup>1, 2\*</sup>, С. А. Петров<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень, Россия

<sup>2</sup>Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

\*e-mail: [mamaeva.natali2011@mail.ru](mailto:mamaeva.natali2011@mail.ru)

**Аннотация.** На сегодняшний день известно несколько способов получения полистирольного пенопласта, но, к сожалению, далеко не всякое конструктивное решение, будучи пригодным для решения теплотехнических и других задач, оказывается оптимальным в отношении создания теплоизоляционного, шумо- и звукопоглощающего материала, удовлетворяющего следующим требованиям: энергосбережение, энергоэффективность, минимизация образования отходов при его изготовлении, повышение производительности труда и снижение стоимости. Нами создана кассетная технология получения полистирольного пенопласта беспрессовым способом. Предлагаемая технология позволяет получать полистирольные плиты нужной толщины с уплотненным поверхностным слоем, упрощает конструкцию для формирования полистирольных плит, снижает себестоимость производства пенопласта, создает удобство в обслуживании и получении за один цикл одновременно до десяти листов пенопласта. Преимущество технологии в том, что каждый лист пенопласта нужной толщины имеет уплотненный поверхностный слой, что снижает водо- и влагопоглощение пенопласта и приводит к увеличению энергоэффективности получаемых плит, исчезновению отходов. Также данная блок-форма имеет упрощенную конструкцию, для нее не требуются пневмо- и гидроцилиндры, насосы и т. п., что снижает стоимость плит пенопласта, облегчает труд и обеспечивает безопасность эксплуатации данного оборудования. Также данная установка мобильна, ее можно использовать и на стройплощадке, что актуально для северных территорий, характеризующихся активным обустройством нефтегазовых месторождений, размещением ее в вахтовых поселках нефтегазовой отрасли Арктики для производства строительных бытовок и вагончиков для вахтовиков.

**Ключевые слова:** нефтегазовая отрасль; строительный материал; полистирольный пенопласт; теплоизоляция; кассетная технология

**Cassette technology for the production of polystyrene foam without a press**

**Natali L. Mamaeva<sup>1, 2\*</sup>, Sergei A. Petrov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Tyumen Research Centre, Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

<sup>2</sup>Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

\*e-mail: mamaeva.natali2011@mail.ru

**Abstract.** Today, there are several ways to obtain polystyrene foam. Unfortunately, not every constructive solution, being suitable for solving heat engineering and other problems, turns out to be optimal in terms of creating a heat-insulating, noise and sound-absorbing material that meets the following requirements: energy saving, energy efficiency, minimization of waste generation during its manufacture, increasing labor productivity and reducing costs. We have created a cassette technology for producing polystyrene foam without a press. The proposed technology makes it possible to obtain polystyrene plates of the required thickness with a compacted surface layer, simplifies the design for the formation of polystyrene plates, reduces the cost of foam plastic production, and creates ease of maintenance and obtaining up to ten foam plastic sheets in one cycle at a time. The advantage of the technology is that each foam sheet of the required thickness has a compacted surface layer, which reduces the water and moisture absorption of the foam and leads to an increase in the energy efficiency of the resulting plates and the disappearance of waste. In addition, this block form has a simplified design, it doesn't require pneumatic and hydraulic cylinders, pumps, etc., which reduces the cost of foam plates, facilitates labor and ensures the safety of operation of this equipment. Also, this unit is mobile, it can be used on a construction site, which is important for northern territories characterized by active development of oil and gas fields, placing it in shift camps of the oil and gas industry in the Arctic for the production of construction cabins and trailers for shift workers.

**Key words:** oil and gas industry; construction material; polystyrene foam; thermal insulation; cassette technology

## **Введение**

Арктическая зона Российской Федерации — это огромный макрорегион, характеризующийся богатейшим природно-ресурсным потенциалом суши и моря, в состав которого входят широко востребованные на данном этапе топливно-энергетические ресурсы (нефть, природный газ, уголь), руды черных и цветных металлов, морские биоресурсы [1–7]. Поэтому в последние десятилетия идет активное освоение данного региона, в том числе развитие нефтегазовой отрасли, на долю которой приходится около 70 % всех видов используемых ресурсов [8]. Разведка месторождений нефти и газа на суше, в прибрежной части и на морском шельфе циркумполярной зоны Северного Ледовитого океана, их эксплуатация связаны с развитием многих других отраслей экономики. С этой точки зрения нефтегазовая отрасль является интегрирующей. Например, в юго-западной части Карского моря у полуострова Ямал разведаны крупные шельфовые месторождения природного газа и газового конденсата. Известно, что освоение нефтегазовых ресурсов в Арктике осуществляется преимущественно вахтовым методом [9, 10]. Согласно «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», ключевыми факторами, оказывающими влияние на социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Феде-

рации, являются экстремальные природно-климатические условия; высокая ресурсоемкость; климатические изменения, способствующие возникновению как новых экономических возможностей, так и рисков для хозяйственной деятельности и окружающей среды; высокая чувствительность экологических систем к внешним воздействиям и др.<sup>1</sup> Поэтому в целях совершенствования системы государственного управления социально-экономическим развитием Арктической зоны Российской Федерации предусматривается ряд направлений, например внедрение энергосберегающих материалов и технологий, разработка материалов, адаптированных к природно-климатическим условиям Арктики<sup>2</sup>. Так как для северных территорий в основном характерны низкие температуры окружающей среды [11–17], нужны материалы, удовлетворяющие требованиям энергосбережения (минимизация энергопотерь, применение безопасных строительных технологий и материалов, улучшающих теплоизоляцию здания) и энергоэффективности (оптимальное количество затрачиваемых топливно-энергетических ресурсов для осуществления полезной деятельности в системе с рациональным использованием природных ресурсов, современных энергосберегающих, ресурсоемких технологий и охраной окружающей среды) [18]. Не надо забывать и об экологической составляющей, так как одним из наиболее эффективных способов снижения выбросов парниковых газов является повышение уровня теплоизоляции зданий.

На сегодняшний день на отечественном рынке представлен достаточно большой выбор современных теплоизоляционных материалов как неорганического, так и органического происхождения. Среди них можно выделить полистирольный пенопласт, который чаще всего используется как теплоизоляционный материал в строительстве, вагоно- и судостроении, авиастроении, в производстве бытовых холодильников и в качестве изо-термической упаковки для замороженных продуктов. В арктической зоне полистирольный пенопласт используется не только при строительстве зданий и сооружений, но и при строительстве дорог, устройстве искусственных рельефов и насыпей<sup>3</sup>.

Также немаловажно, чтобы при производстве материалов и разработке технологий решались задачи обеспечения экологически безопасного обращения с отходами, а именно предупреждение и сокращение образования отходов, их вовлечение в повторный хозяйственный оборот посредством максимально полного использования исходного сырья и материалов, предотвращения образования отходов в источнике их образования и др., что изложено в «Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года»<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/566091182>.

<sup>2</sup> Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу: утв. Президентом РФ 18 сентября 2008 года Пр-1969. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902149373>.

<sup>3</sup> Пенополистирол [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пенополистирол>.

<sup>4</sup> Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года: утв. Президентом РФ 30.04.2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129117](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117).

На сегодняшний день существует несколько способов производства полистирольного пенопласта.

Например, технология получения пенопластов по прессовому методу заключается в приготовлении композиции из полимера, газообразователей и различных добавок, прессовании композиции в заготовки и вспенивании заготовок. Также широкое распространение получил беспрессовый способ изготовления полистирольного пенопласта при температурной обработке гранул пенопласта. При этом получают блок пенополистирола, в котором поверхностный слой имеет более высокую плотность (рис. 1).

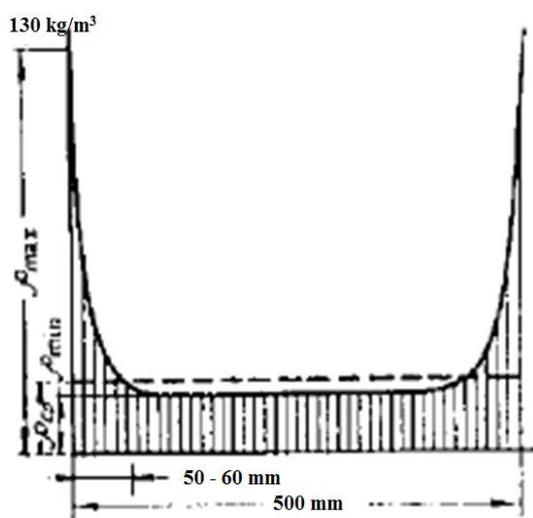


Рис. 1. Распределение плотности в блоке пенополистирола [19]

Свойства пенополистирола зависят от его структуры. В ряде публикаций как российских, так и зарубежных ученых приводятся различные методики оценки качества используемой готовой продукции [20, 21]. Как отмечает В. А. Павлов [19], наилучшими свойствами обладает пенополистирол с замкнутыми порами и ячейками, а наихудшими — с открытыми, сообщающимися порами.

Известна кассетная форма получения железобетонных конструкций [22], где тяжелые кассеты передвигают и фиксируют с помощью гидроцилиндра, тяг, стяжек и т. д.,

недостатком которой является сложный механизм передвижения кассет, также форма массивна и имеет большой вес.

В связи с этим цель нашей работы — получение полистирольной плиты нужной толщины с уплотненным поверхностным слоем, упрощение конструкции формы, снижение ее стоимости, создание удобства в обслуживании и получение за один цикл одновременно до десяти листов пенопласта.

### Полученные результаты

Для достижения поставленной цели нами разработана кассетная технология получения полистирольного пенопласта беспрессовым способом, приведенная на рисунке 2.

Представленная форма имеет четыре отсека заданной толщины, но можно делать формы для получения плит другой толщины с большим количеством отсеков и получать за один цикл до десяти листов пенопласта.

Суть блок-формы заключается в следующем. К вертикально установленной станине 1, представляющей, как правило, коробку из швеллера с обшивками, сзади приварены два кронштейна 2, имеющие форму трапеции, на которые на оси 3 навешены полые перегородки 4, поворачивающи-

еся на этих осях. Для этого есть ручки 5. Обшивки перегородок и станины имеют перфорированные отверстия для выхода пара.

Каждая перегородка имеет штуцер для подачи пара 6, к которому присоединены резиновые шланги и штуцер с краном для слива конденсата 7. Такие же штуцера имеет и полая станина, обшивки которой также перфорированы. К каждой перегородке приварены металлические полосы 8, образующие при смыкании створок полости, в которые засыпаются предвспененные шарики полистирола.

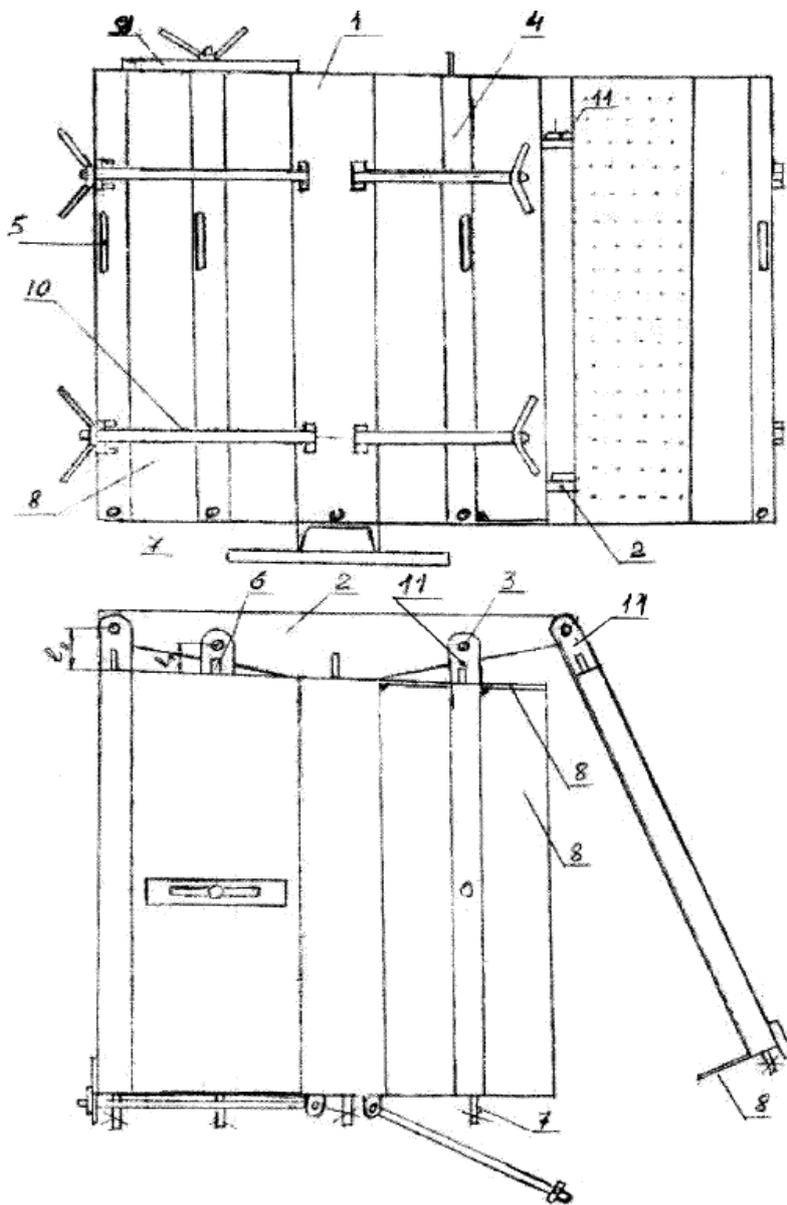


Рис. 2. Блок-форма для получения полистирольного пенопласта

Сверху эти полости закрываются крышками 9. Так как при вспенивании развивается давление, блок-форма стягивается откидными стяжками 10. Отличительной особенностью формы является то, что кронштейны имеют форму трапеции, а длина навесов 11 ( $l_1$  и  $l_2$ ), на которых крепятся полые перегородки, пошагово увеличивается от центра формы к периферии.

Работают на блок-форме следующим образом. В образованные при стягивании формы полости засыпают предвспененные шарики пенопласта, по штуцерам 6 через гибкие шланги подают пар, и через 2–3 минуты образуются плиты пенопласта с уплотненным поверхностным слоем. Подачу пара прекращают, при помощи кранов на штуцерах 7 сливают конденсат, остужают форму, освобождают стяжки, поочередно открывают перегородки и достают плиты пенопласта.

### **Обсуждение**

Предложенная кассетная технология получения пенополистирольного пенопласта беспрессовым способом имеет ряд преимуществ перед существующими технологиями, например перед прессовым методом: имеет низкую трудоемкость и меньшие энергетические затраты, наличие непрерывного производства, отсутствие громоздких прессов и сложных пресс-форм. В результате стоимость плит пенопласта по кассетной технологии беспрессовым способом значительно ниже.

Широко распространенный блочный метод изготовления полистирольного пенопласта при температурной обработке гранул пенопласта в отличие от предложенной технологии также имеет существенные недостатки: резка пенополистирольных блоков на нужную толщину [23] приводит к исчезновению уплотненного поверхностного слоя, следовательно, поверхность листов пенопласта будет иметь открытоячеистую структуру. Поверхность пенопласта становится незащищенной от водо- и влагопоглощения. В итоге в процессе эксплуатации пенопласта его коэффициент теплопроводности непрерывно увеличивается, что приводит к увеличению расходов на отопление объектов и разрушению пенопласта. Так же еще одним недостатком данной технологии является образование отходов при резке листов пенопласта. При этом наилучшими свойствами обладает пенополистирол с замкнутыми порами и ячейками, а наихудшими — с открытыми, сообщающимися порами. В связи с этим считаем, что наиболее прогрессивна кассетная технология.

Известная кассетная форма получения железобетонных конструкций [22] имеет тяжелые кассеты, которые передвигают и фиксируют с помощью гидроцилиндра, тяг, стяжек и т. д., недостатком формы является сложный механизм передвижения кассет, также форма массивна и имеет большой вес.

Очевидно, что кассетная технология получения пенополистирольного пенопласта беспрессовым способом обладает высокой энергетической, экологической составляющей, а также обеспечивает безопасность работы при производстве полистирольных плит. Другие преимущества данного способа изготовления полистирольного пенопласта заключаются в том, что при кассетной технологии изготавливаются листы пенопласта нужной толщины и не требуется резка блока на плиты. Повышается производи-

тельность труда и не образуются отходы производства — экологическая составляющая технологии. Каждая плита пенопласта при соприкосновении с металлом имеет уплотненный поверхностный слой, защищающий поверхность пенопласта от водо- и влагопоглощения, следовательно, в процессе эксплуатации теплопроводность материала не увеличивается. В связи с этим повышается энергоэффективность получаемых по данной технологии плит полистирольного пенопласта. Данная блок-форма имеет упрощенную конструкцию, так как для ее изготовления не требуются дополнительные трудовые и материальные ресурсы (пневмо- и гидроцилиндры, насосы и т. п., а также станок для резки блока на плиты нужной толщины, перегородки открываются и закрываются вручную), что облегчает труд, обеспечивает безопасность работы на установке и снижает стоимость плит пенопласта.

### **Выводы**

Кассетная технология получения полистирольного пенопласта беспресовым способом имеет высокую энергоэффективность получаемых плит, способствует исчезновению отходов, повышению производительности труда. Упрощенная конструкция блок-формы снижает стоимость плит пенопласта, облегчает труд, а также обеспечивает безопасность эксплуатации, что снижает возможность травматизма. Также данная установка мобильна, ее можно использовать и на стройплощадке, что актуально для северных территорий.

Результат интеллектуальной деятельности подтвержден патентом «Блок-форма для получения полистирольного пенопласта» [24].

*Работа выполнена по госзаданию, согласно Плану НИР ТюмНЦ СО РАН на 2018–2020 годы, протокол № 2 от 8.12.2017 (Приоритетное направление IX.133. Программа IX.133.1. Проект: IX.133.1.4. Криобиологические процессы на суше и в прибрежной части Карского моря в условиях повышения среднегодовых температур).*

### **Библиографический список**

1. Научно-технические проблемы освоения Арктики : Научная сессия Общего собрания членов РАН, 16 декабря 2014 г. / Российская академия наук; под ред. Н. П. Лаверова, В. И. Васильева, А. А. Маковского. – Москва : Наука, 2015. – 490 с. – Текст : непосредственный.
2. Никитин, Б. А. Перспективы освоения газовых ресурсов шельфа арктических морей России / Б. А. Никитин, А. Д. Дзюбло. – Текст : непосредственный // Вести газовой науки : научно-технический сборник. – 2017. – № 4 (32). – С. 15–24.
3. Мегaproект «Ямал» и изменение климата / Н. И. Дементьева, С. Н. Голубчиков, А. В. Кошурников [и др.]. – Текст : непосредственный // Энергия : экономика, техника, экология. – 2013. – № 7. – С. 29–37.
4. Мамаева, Н. Л. Экологические проблемы Арктической зоны Российской Федерации / Н. Л. Мамаева, С. А. Петров. – DOI 10.31660/0445-0108-2015-5-148-152. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2015. – № 5. – С. 148–152.

5. Здоровье коренного населения Ямала : монография / В. Ф. Галыгин, А. К. Дранишников, В. З. Колтун [и др.] ; отв. ред. В. В. Мефодьев ; Сибирское отделение РАН, Институт проблем освоения Севера. – Новосибирск : Наука : Сиб. предприятие, 1998. – 214 с. – Текст : непосредственный.
6. Арктика : зона мира и сотрудничества / Российская академия наук, Институт мировой экономики и международных отношений РАН ; отв. ред. А. В. Загорский. – Москва : ИМЭМО РАН, 2011. – 194 с. – Текст : непосредственный.
7. Дорожукова, С. Л. Экологические проблемы нефтегазодобывающих территорий Тюменской области / С. Л. Дорожукова, Е. П. Янин ; ООО ГП «Промнефтегазэкология». – Москва : ИМГРЭ, 2004. – 56 с. – Текст : непосредственный.
8. Основы нефтегазового дела : учебник для вузов / Е. О. Антонова, Г. В. Крылов, А. Д. Прохоров, О. А. Степанов. – Москва : Недра, 2003. – 307 с. – Текст : непосредственный.
9. Кузнецов, А. Е. Анализ факторов, влияющих на размещение вахтовых поселков нефтегазовой отрасли в Арктике / А. Е. Кузнецов. – DOI 10.17238/issn2541-8416.2017.17.2.79. – Текст : непосредственный // Arctic Environmental Research. – 2017. – Т. 17. – № 2. – С. 79–87.
10. Хаснулин, В. И. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на Севере России / В. И. Хаснулин, А. В. Хаснулина. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2012. – № 8. – С. 3–7.
11. Попова, О. Н. Климатогеофизическая характеристика Кольского Заполярья / О. Н. Попова, Ю. Ф. Щербина. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2012. – № 5. – С. 3–7.
12. Экологическая реставрация в Арктике : обзор международного и российского опыта : монография / Т. Ю. Минаева, Н. А. Аветов, Р. Г. Большаков [и др.] ; под ред. Т. Ю. Минаевой. – Сыктывкар — Нарьян-Мар: Триада, 2016. – 288 с. – Текст : непосредственный.
13. Баус, М. С. Особенности физической культуры в условиях Севера / М. С. Баус. – Текст : непосредственный // Север России : стратегии и перспективы развития. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (Сургут, 27 мая 2016 г.) / Сургутский государственный университет. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2016. – Том 4. – С. 195–197.
14. Шерстюков, Б. Г. Климатические условия Арктики и новые подходы к прогнозу изменения климата / Б. Г. Шерстюков. – DOI 10.17238/issn2221-2698.2016.24.39. – Текст : непосредственный // Арктика и Север. – 2016. – № 24. – С. 39–67.
15. Гудков, А. Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера : обзор литературы / А. Б. Гудков, О. Н. Попова, Н. Б. Лукманова. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 12–17.
16. Виноградова, В. В. Районирование территории Российской Федерации по природно-климатическим условиям / В. В. Виноградова, А. Н. Золотокрылин, А. Н. Кренке. – Текст : непосредственный // Известия РАН. Серия Географическая. – 2008. – № 5. – С. 106–117.
17. Petrov, S. On the issue of climate change in the Arctic zone of the Russian Federation / S. Petrov, N. Mamaeva, M. Narushko. – DOI 10.1088/1755-1315/193/1/012056. – Текст : непосредственный // OIP Conference Series : Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 193. – P. [1–5].
18. Цховребов, Э. С. Экологическая безопасность в строительной индустрии : монография / Э. С. Цховребов, Г. В. Четвертаков, С. И. Шканов. – Москва : Альфа-М, 2014. – 302 с. – Текст : непосредственный.

19. Павлов, В. А. Пенополистирол / В. А. Павлов. – Москва : Химия, 1973. – 239 с. – Текст : непосредственный.
20. Thermal conductivity and conditioning of grey expanded polystyrene foams / A. Simpson, I. G. Rattigan, E. Kalavsky, G. Parr. – DOI 10.1177/0262489320934263. – Текст : непосредственный // Cellular Polymers. – 2020. – Vol. 39, Issue 6. – P. 238–262.
21. Correlation between foam structure and mechanical performance of aluminium foam sandwich panels / T. R. Neu, P. H. Kamm, N. von der Eltz [et al.] – DOI 10.1016/j.msea.2020.140260. – Текст : непосредственный // Materials Science & Engineering : A. – 2021. – Vol. 800. – P. [1–11].
22. Патент № 2011517 Российская Федерация, МПК В28В 7/24. Способ фиксации кассетной установки и кассетная установка : № 5039392/33 : заявл. 27.03.1992 : опубл. 30.04.1994 / Добротин А. Е. – Текст : непосредственный.
23. Воробьев, В. А. Технология строительных материалов и изделий на основе пластмасс / В. А. Воробьев. – Москва : Высшая школа, 1974. – 472 с. – Текст : непосредственный.
24. Патент № 180583 Российская Федерация, МПК В29С 44/58. Блок форма для получения полистирольного пенопласта : № 2018107025 : заявл. 26.02.2018 : опубл. 19.06.2018 / Мамаева Н. Л., Петров С. А., Мамаев Л. В. ; Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». – Бюл. № 17. – 5 с. – Текст : непосредственный.

### References

1. Laverov, N. P., Vasil'ev, V. I., & Makosko, A. A. (Eds.) (2015). Nauchno-tehnicheskie problemy osvoeniya Arktiki: Nauchnaya sessiya Obshego sobraniya chlenov RAN, December 16, 2014. Moscow, Nauka Publ., 490 p. (In Russian).
2. Nikitin, B. A., & Dzyublo, A. D. (2017). Prospects for development of Russian arctic offshore gas resources. Vesti gazovoy nauki: Scientific-Technical Collection Book, (4(32)), pp. 15-24. (In Russian).
3. Dement'eva, N. I., Golubchikov, S. N., Koshurnikov, A. V., Golubchikov, M. Yu., & Berezenko, S. I. (2013). Megaproekt "Yamal" i izmenenie klimata. Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya, (7), pp. 29-37. (In Russian).
4. Mamaeva, N. L., & Petrov, S. A. (2015). The ecological problems of the Russian Federation Arctic zone. Oil and Gas Studies, (5), pp. 148-152. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2015-5-148-152
5. Galygin, V. S., Dranishnikov, A. K., Koltun, V. Z., Kirbasova, N. P., Mefod'ev, V. V., Oleshchenko, A. M.,... Shishkina, T. N. (1998). Zdorov'e korennoho naseleniya Yamala. Novosibirsk, Nauka. Sib. predpriyatie RAN Publ., 214 p. (In Russian).
6. Zagorskiy, A. V. (Ed.) (2011). Arktika: zona mira i sotrudnichestva. Moscow, Institute of World Economy and International Relations of the Russian Academy of Sciences Publ., 194 p. (In Russian).
7. Dorozhukova, S. L. & Yanin, E. P. (2004). Ekologicheskie problemy nefte-gazodobyvayushchikh territoriy Tyumenskoj oblasti. Moscow, IMGRE Publ., 56 p. (In Russian).
8. Antonova, E. O., Krylov, G. V., Prokhorov, A. D., & Stepanov, O. A. (2003). Osnovy neftegazovogo dela. Moscow, Nedra Publ., 307 p. (In Russian).

9. Kuznetsov, A. E. (2017). Analysis of factors affecting the siting of field camps of the oil and gas industry in the Arctic. *Arctic Environmental Research*, 17(2), pp. 79-87. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.2.79
10. Hasnuln, V. I., & Hasnulina, A. V. (2012). Psycho-emotional stress and meteoracton as systemic manifestations of human disadaptation under changing climatic conditions in the north of Russia. *Human ecology*, (8), pp. 3-7. (In Russian).
11. Popova, O. N., & Shcherbina, Yu. F. (2012). Climatic-geophysical characteristics of Kola Arctic region. *Human ecology*, (5), pp. 3-7. (In Russian).
12. Minaeva, T. Yu., Avetov, N. A., Golubeva, S. G., Lavrinenko, I. A., Lavrinenko, O. V., Lobanova, E. A.,... Shishkonakova, E. A. (2016). Ecological restoration in Arctic: review of the international and Russian practices, Syktyvkar — Nar'yan-Mar, Triada Publ., 288 p. (In Russian).
13. Baus, M. S. (2016). Physical culture features in terms of region of the North. Sever Rossii: strategii i perspektivy razvitiya. Materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Surgut, May 27, 2016). Surgut, Surgut State University Publ., pp. 195-197. (In Russian).
14. Sherstyukov, B. G. (2016). The climatic conditions of the Arctic and new approaches to the forecast of the climate change. *Arctic and North*, (24), pp. 39-67. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.24.39
15. Gudkov, A. B., Popova, O. N., & Lukmanova, N. B. (2012). Ecological-physiological characteristic of northern climatic factors literature review. *Human Ecology*, (1), pp. 12-17. (In Russian).
16. Vinogradova, V. V., Zolotokrylin, A. N., & Krenke, A. N. (2008). Rayonirovanie territorii Rossiyskoy Federatsii po prirodno-klimaticheskim usloviyam. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya Geograficheskaya*, (5), pp. 106-117. (In Russian).
17. Petrov, S., Mamaeva, N., & Narushko, M. (2018). On the issue of climate change in the Arctic zone of the Russian Federation. *OIP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 193, pp. [1-5]. (In English). DOI: 10.1088/1755-1315/193/1/012056
18. Tskhovrebov, E. S., Chetvertakov, G. V., & Shkanov S. I. (2014). *Ekologicheskaya bezopasnost' v stroitel'noy industrii*. Moscow, Al'fa-M Publ., 304 p. (In Russian).
19. Pavlov, V. A. (1973). *Penopolistirol*. Moscow, Khimiya Publ., 239 p. (In Russian).
20. Simpson, A., Rattigan, I. G., Kalavsky, E., & Parr, G. (2020). Thermal conductivity and conditioning of grey expanded polystyrene foams. *Cellular Polymers*, 39(6), pp. 238-262. (In English). DOI: 10.1177/0262489320934263
21. Neu, T. R., Kamm, P. H., von der Eltz, N., Seeliger, H.-W., Banhart, J., & García-Moreno, F. (2021). Correlation between foam structure and mechanical performance of aluminium foam sandwich panels. *Materials Science & Engineering: A*, 800, pp. [1-11]. (In English). DOI: 10.1016/j.msea.2020.140260
22. Dobrotin, A. E. Sposob fiksatsii kassetnoy ustanovki i kassetnaya ustanovka. Pat. RF 2011517. MPK V28V 7/24. No 5039392/33. Applied: 27.03.92. Published: 30.04.94. (In Russian).
23. Vorob'ev, V. A. (1974). *Tekhnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy na osnove plastmass*. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 472 p. (In Russian).
24. Mamaeva, N. L., Petrov, S. A., & Mamaev, L. V. Blok forma dlya polucheniya polistirol'nogo penoplasta. Pat. RF 180583. MPK B29C 44/58. No 2018107025. Applied: 26.02.18. Published: 19.06.18. Byul. No 17, 5 p. (In Russian).

#### **Сведения об авторах**

**Мамаева Наталья Леонидовна**, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», старший преподаватель, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, e-mail: [mamaeva.natali2011@mail.ru](mailto:mamaeva.natali2011@mail.ru)

**Петров Сергей Анатольевич**, д. м. н., профессор, главный научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Тюмень

#### **Information about the authors**

**Natali L. Mamaeva**, Senior Researcher, Tyumen Research Centre, Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Senior Lecturer, Industrial University of Tyumen, Tyumen, e-mail: [mamaeva.natali2011@mail.ru](mailto:mamaeva.natali2011@mail.ru)

**Sergei A. Petrov**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher, Tyumen Research Centre, Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen