

Shaikchiev I.G., Doctor of Technical Sciences, Head of Department, Kazan National Research Technological University

Dryakhlov V.O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan National Research Technological University

## APPLICATION OF PLASMA TECHNOLOGIES FOR WATER PURIFICATION

*Abstract.* A study was made of the separation of an oil-water emulsion by polysulfonamide membranes with a cut-off particle mass of 20 kDa, treated with low-temperature high-frequency low-pressure capacitive plasma in air at a voltage  $U_a = 1.5\text{--}7.5$  kV and treatment time  $\tau = 1.5\text{--}7$  min. Round flat filter elements with a diameter of 47 mm were used as membranes. The emulsion with a concentration of 3% (by volume) was prepared on the basis of the Devonian oil of the Tumutukskoye field and distilled water, stabilized by a surfactant of the Kosintol-242 brand. The experiments were carried out on a laboratory ultrafiltration separation unit.

*Keywords:* polysulfonamide, membrane, plasma, oil, emulsion

УДК 656.1; 656.07

Макарова И.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», email: kamIVM@mail.ru

Баринов А.С., старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», barinovas@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.

Халяпин И.В., магистрант 1 курса, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТА

*Аннотация:* В статье рассмотрены вопросы внедрения автономных транспортных средств для повышения безопасности производственных процессов. Предлагается использовать беспилотную технику для выполнения работ дробильно-сортировочного комплекса на территории морского торгового порта. Рассматриваются основные опасные факторы, которые возникают при работе дробильно-сортировочного комплекса.

*Делается выводы о перспективах внедрения автономного транспорта в данный производственный процесс.*

*Ключевые слова:* автономный транспорт, безопасность производственного процесса, беспилотные автомобили.

Развитие автономного транспорта открывает дополнительные возможности повышения безопасности и эффективности множества производственных процессов. Одним из положительных эффектов от внедрения в производство автономных транспортных средств будет возможность использования наиболее эффективных методов управления процессом [1].

При этом оправданность и возможность внедрения автономного транспорта требует изучения и обоснования. Среди вопросов, которые необходимо решить при внедрении: нормативное регулирование функционирования такой техники, надежность работы автономной техники, этические вопросы [1;2]. На сегодняшний день обеспечение безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств рассмотрено в распоряжении правительства РФ [9].

Взаимодействие автономных или беспилотных транспортных средств с другими участниками движения является одной из самых сложных задач, которую необходимо решать [3]. Наиболее подходящими условиями для внедрения автономного или беспилотного транспорта являются промышленные объекты [4 - 6]. Это связано с тем, что на таких объектах, как правило, имеется возможность обеспечить условный замкнутый контур для работы автономных транспортных средств [6].

Перспективным направлением является обучение автономных транспортных средств в виртуальных условиях, схожих с теми, которые существуют на предприятии, на территории которого планируется выполнить внедрение [7]. Такой подход может обеспечить более качественную подготовку беспилотного транспорта перед внедрением и обкаткой на территории предприятия. При этом значительно повышается безопасность

внедрения, так как поведение беспилотной техники уже было проверено в виртуальной среде.

В первую очередь, при определении техники, которую необходимо перевести на автономный режим работы, стоит выбирать технику, задействованную в наиболее опасных для человека производственных процессах.

Применение автономной техники повысит эксплуатационную надежность и даст возможность дополнительного контроля и регулирования процесса. Также снижается некоторые требования к исполнению техники. Это связано с тем, что во время выполнения работ внутри не будет находиться оператор. Кроме того, внедрение высокоавтоматизированной техники в производственных процессах поможет снизить негативное воздействие транспорта на окружающую среду [8]. Снижение достигается за счет более эффективного использования транспорта и управления рабочими процессами.

Для снижения производственного травматизма, а также повышения интеллектуальности и эффективности работы производства в статье рассмотрена возможность внедрения автономной техники для выполнения работ дробильно-сортировочного комплекса (ДСК) на территории морского торгового порта. В состав комплекса входят: очистные дробильно-сортировочные машины (рисунок 1), ряд конвейеров (рисунок 2) и ковшовые погрузчики (рисунок 3).

Работа комплекса происходит в следующем порядке. Портальные краны выгружают груз из вагонов на складские площадки, далее ковшовые погрузчики доставляют груз в дробильные установки, которые передают его на конвейер, откуда он поступает на складскую площадку, после чего груз распределяется дальше.



Рис. 1 Очистная, дробильно-сортировочная машина GIPIOREC



Рис. 2 Телескопический конвейер TeleStacker Superior



Рис. 3 Фронтальные ковшовые погрузчики Volvo

Для осуществления этого процесса задействовано большое количество людей. При этом, некоторые этапы процесса являются достаточно опасными для человека. Наибольшую опасность для жизни и здоровья человека представляет дробильно-сортировочный комплекс. Водитель погрузчика, оператор очистной машины, оператор конвейера, а также докеры-механизаторы, отвечающие за передачу груза по линии, находятся непосредственно вблизи технологического оборудования и подвержены множеству опасных факторов, наиболее опасными из которых являются:

- опасность наезда на человека движущейся техники (регулярно курсирующие погрузчики);
- опасность осыпания груза в момент его загрузки в очистную машину (из-за высоты бункера очистной машины погрузчикам необходимо сформировать эстакаду, заезжая на которую погрузчики сбрасывают груз в очистные дробильно-сортировочные машины с высоты);
- опасность получить травмы от крупной фракции груза, а также от сторонних предметов, попадающих в очистную машину (при загрузке в очистную машину груза, крупные его части под воздействием вибрации

роторной дробилки очистной машины могут вылететь из бункера; кроме того, часто среди навалочного груза попадаются элементы грузоподъемного оборудования (звенья цепи, элементы такелажных скоб и прочее), что может при вылете их из бункера нанести тяжкий вред работнику);

- опасность попасть под движущиеся и вращающиеся части очистных машин и конвейерного оборудования во время работы;
- негативное влияние на здоровье человека, связанное с экологическими факторами (запыленность, загазованность, переохлаждение в зимнее время года, так как при работе ДСК операторы очистных машин и конвейеров должны находиться возле оборудования).

Для решения этих проблем и уменьшения воздействия опасных факторов на человека, необходимо переоборудовать технологические линии на полностью конвейерную линию, где груз перемещаясь из вагона на судно, двигается исключительно по конвейерным линиям. Но из-за особых условий и особенностей производства, некоторые порты невозможно переоборудовать на полностью автоматизированные конвейерные линии.

Для решения этой проблемы необходимо рассмотреть возможность создания автоматизированных линий ДСК, при участии погрузчика, очистной машины и конвейеров, и одного оператора, отслеживающего процесс перемещения груза. Точная настройка всех звеньев комплекса позволит полностью исключить присутствие человека на линии, оставив его лишь для технического обслуживания и ежесменного осмотра. Автоматизированный комплекс позволит удаленно корректировать производительность линии в зависимости от загруженности участка, а также подстраиваться под плановые ремонты и проведение технического обслуживания, что сократит затраты на аварийные ремонты и позволит поддерживать грузооборот на высоком уровне. Также применение автоматизированной линии ДСК значительно повысит безопасность производственных процессов на предприятии.

### **Список использованных источников**

1. Баринов, А. С. Применение автономных транспортных средств в условиях Крайнего Севера / А. С. Баринов, А. А. Челтыбашев, И. В. Халяпин // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2023. – № 1(93). – С. 13-20.
2. Наниев, А. Т. Правовые аспекты эксплуатации беспилотного (автономного) транспорта в Российской Федерации / А. Т. Наниев // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 32. – С. 491-494.
3. Makarova, I. V. Advantages, perspectives and risks to use autonomous vehicles / I. V. Makarova, A. Pashkevich, K. A. Shubenkova // Vestnik of the Lugansk Vladimir Dahl National University. – 2019. – No. 6(24). – P. 137-146.
4. Баринов, А. С. Перспективы развития автономности автомобилей в условиях Крайнего Севера / А. С. Баринов // Наука и образование в Арктическом регионе : Материалы Международной научно-практической конференции, Мурманск, 22–24 мая 2019 года. – Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2019. – С. 355-359.
5. Автономные автомобили и безопасность транспортной системы: проблемы и пути решения / И. В. Макарова, Э. М. Мухаметдинов, К. А. Шубенкова, А. Д. Бойко // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры : Материалы V Международной научно-практической конференции, Казань, 27–28 февраля 2018 года / Под общей редакцией Р.Н. Минниханова. Том Часть 2. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2018. – С. 111-122.
6. Макарова, И. В. Применение автономных транспортных средств при решении производственных задач / И. В. Макарова, А. С. Баринов, А. И. Бадриев, И. В. Халяпин // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2023. – № 2(94). – С. 70-79.
7. Построение алгоритма поведения беспилотного транспортного средства с помощью виртуальной среды / А. И. Ворошилов, А. Е. Кривоногова, П. А. Буйвол, И. В. Макарова // Автомобилестроение: проектирование,

конструирование, расчет и технологии ремонта и производства : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, Ижевск, 28–29 апреля 2023 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2023. – С. 126-130.

8. Reducing the Impact of Vehicles on the Environment by the Modernization of Transport Infrastructure / I. Makarova, V. Mavrin, K. Magdin [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020. – Vol. 117. – P. 531-540. – DOI 10.1007/978-3-030-44610-9\_52.

9. Распоряжение Правительства РФ от 25.03.2020 N 724-р «Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования»

---

*Makarova I.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Head of Transportation Systems Service Department, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, email: kamIVM@mail.ru*

*Barinov A.S., senior lecturer, FGAOU VO "Murmansk Arctic University", barinovas@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.*

*Khalyapin I.V., 1st year master's student, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazan (Volga Region) Federal University."*

## INCREASING THE SAFETY OF PRODUCTION PROCESSES BY IMPLEMENTING AUTONOMOUS TRANSPORT

*Abstract The article discusses the implementation of autonomous vehicles to improve the safety of production processes. It is proposed to use unmanned equipment to carry out work at the crushing and screening complex on the territory of the commercial sea port. The main dangerous factors that arise during the operation of the crushing and screening complex are considered. Conclusions are drawn about the prospects for introducing autonomous transport into this production process.*

*Keywords: autonomous transport, production process safety, unmanned vehicles.*