

Уравнения определяют технологический оптимум работы установки УЭЦН и нацелены на согласование производительности установки с возможностями пласта с одной стороны и экономное расходование ресурса насоса и двигателя, с другой. Величина потерь дебита и электроэнергии на выбранном интервале управления определяет экономическую целесообразность принятой стратегии управления и имеет ключевое значение при принятии окончательного решения.

**Заключение.** Описанная методика отличается от применяемой сейчас на практике. Она обеспечивает увеличение продолжительности МРП за счет экономии ресурса УЭЦН в начальный период эксплуатации, с возможностью последующего его использования на конечном периоде, когда насос работает при повышенных нагрузках.

**Благодарность.** Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Невзоровой Алле Брониславовне, д.т.н., профессор, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

### **Список литературы**

1. Фролов, В. В. Оптимизация режима работы глубинно-насосного оборудования на основе цифровых моделей / В. В. Фролов, А. В. Серебренников, А. Б. Невзорова // Нефтегазовый инжиниринг. – 2024. – № 1. – С. 33–40.

2. Фролов, В. В. Цифровой анализ работы механизированного фонда скважин / В. В. Фролов, А. Б. Невзорова // Современные проблемы машиноведения : сборник научных трудов : в 2 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. – Часть 2. – С. 167–170.

3. Фролов, В. В. Обеспечение надежности работы подземного оборудования [Электронный ресурс] / В. В. Фролов ; науч. рук. А. Б. Невзорова // МИТРо 2023 – Машиностроение. Инновации. Технологии. Робототехника : тезисы докл. науч.-техн. конф. студентов и молодых ученых / Гомель, 6 декабря 2023 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 104.

4. Фролов, В. В. Эффективности эксплуатации насосного оборудования нефтяных скважин в условиях повышенного солеотложения / В. В. Фролов, А. Б. Невзорова // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем : сб. науч. тр. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Ун-т им. Аджинкья Д. Я. Патила ; под ред. М. Н. Андриянчиковой. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 166–169.

УДК 621.865.8

## **ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБОТОВ**

**Чуешов М.А. (студент гр. РТ-41)**

**Актуальность.** Микроробототехника является перспективной областью, находящей применение в космосе, медицине и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Решение задач, связанных с миниатюризацией и повышением функциональности микророботов, особенно актуально в условиях, где традиционная робототехника неэффективна. Данное исследование предлагает новый подход к анализу патентного ландшафта, выделяя ключевые тенденции в области конструкций и принципов управления микророботами.

**Цель работы** - проведение литературно-патентного анализа микророботов, выявление их конструктивных особенностей, принципов управления и областей применения, а также обобщение современных тенденций в их разработке.

**Анализ полученных результатов.** В ходе исследования были проанализированы патенты и научные публикации, посвященные микророботам. Основное внимание уделялось их конструкциям, системам мобильности и принципам активации. Среди рассмотренных устройств – микророботы для инспекции космических аппаратов, внутритрубные микророботы с пьезоактюаторами, медицинские микророботы для доставки лекарств и внутрисосудистой терапии.

Было установлено, что современные микророботы характеризуются высокой степенью миниатюризации, использованием интеллектуальных материалов (таких как МЭМС, пьезоактюаторы) и возможностью функционирования в экстремальных условиях. Например, микроробот-инспектор RU2771501C1 демонстрирует повышенную точность позиционирования, а микроробот для внутрисосудистой терапии KR101083345B1 обеспечивает эффективное лечение сосудов за счет внешнего магнитного управления.

Апробация результатов проводилась путем сравнения патентных решений, что позволило выявить общие тенденции, такие как функциональная специализация, использование термомеханических и пьезоэлектрических актюаторов, а также интеграция систем беспроводного управления.

**Заключение.** В результате проведенного анализа были систематизированы современные разработки в области микроробототехники, выявлены ключевые конструктивные и функциональные особенности микророботов, а также определены перспективные направления их дальнейшего развития. Установлено, что основными трендами являются миниатюризация, повышение автономности и адаптивности микророботов к различным условиям эксплуатации.

**Благодарность.** Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Михайлову Михаилу Ивановичу, доктору технических наук, профессору, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

#### **Список литературы**

Патент RU 2771501 С1. Ползающий космический микроробот-инспектор / Болотник Н. Н., Черноусько Ф. Л., Жуков А. А.; – № 2021112740; заявл. 22.04.2021; опубл. 06.06.2022, Бюл. № 16. – 12 с.

Патент RU 2690258 С1. Внутритрубный упругий микроробот с управляемой пьезоактюатором формой / Устинов В. Ф., Степанов А. С., Иванов А. И.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ». – № 2018113194; заявл. 12.04.2018; опубл. 02.06.2019, Бюл. № 16. – 14 с.

Патент KR 101083345 В1. Микроробот для внутрисосудистой терапии и микророботизированная система на его основе / KIM JONG-ON, PARK SUKHO; патентообладатель KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. – № 10-2009-0040992; заявл. 11.05.2009; опубл. 10.11.2011. – 28 р.

УДК 621.65

## **ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ, ПЕРЕКАЧИВАЕМОЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ, НА ПОЛОЖЕНИЕ РАБОЧЕЙ ТОЧКИ**

**Шатон Д.А., (студент, гр. ГА-31)**

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,  
Республика Беларусь*

**Актуальность.** На практике насосы часто работают с жидкостями, плотность которых отличается от плотности воды, для которой сняты паспортные характеристики, поэтому важно знать, как изменяется рабочий режим насоса в составе установки при реальных эксплуатационных условиях.

**Целью** данного исследования является выявление и анализ взаимосвязи между плотностью перекачиваемой жидкости и положением рабочей точки центробежного насоса, а также оценка последствий этого влияния для безопасной и эффективной эксплуатации насосного оборудования.

**Анализ полученных результатов.** Определение рабочей точки позволяет: узнать фактические параметры работы насоса ( $Q$ ,  $H$ ) в конкретной системе; проверить, работает ли насос в зоне максимального КПД; определить