



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого»  
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279, ОКПО 02068574  
ул. Политехническая, д. 29 литера Б,  
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое,  
г. Санкт-Петербург, 195251  
тел.: +7(812)552-60-80, office@spbstu.ru

27.11.2025 № ОД-21-У-368

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по информационной,  
молодежной политике и безопасности

М.А. Пашоликов

2025 г.



### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу ПЕТРОВА Андрея Андреевича «Метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины горизонтально направленного бурения», представленную в диссертационный совет 24.2.380.05 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

**Актуальность темы** исследования обусловлена необходимостью выполнения работ при устройстве выработок для прокладки инженерных коммуникаций с минимальным воздействием на окружающий массив, в условиях роста показателей урбанизации. Это приводит к увеличению потребности в совершенствовании технических средств для проходки выработок методом горизонтально направленного бурения. Данная технология позволяет сохранять устойчивость и целостность вмещающих пород, а используемое оборудование мобильно и компактно, что не требует больших затрат по времени для подготовки и выполнения работ, не наносит урона окружающей среде и не сказывается на функционировании городской инфраструктуры.

003717

Совершенствование породоразрушающего инструмента позволяет на более крепких породах выполнять работы с меньшим тяговым усилием на рабочем органе установки горизонтально направленного бурения. Использование энергии бурового раствора, для возбуждения резонансных колебаний бурильной головки, является одним из путей повышения энерговооруженности рабочего инструмента. В этой научной области значительных успехов достигли научные школы Тульского государственного университета, Саратовского государственного технического университета. Научные основы изложены в работах Н. В. Васильева, В. М. Земскова, Н. В. Краснолудского, Н. Я. Кершенбаума, И. Г. Мартюченко и других ученых.

Высказанные положения Петрова Андрея Андреевича, говорят о том, что его диссертационная работа ориентирована на решение важной научной задачи и посвящена развитию теоретических и практических основ, которые будут способствовать совершенствованию эксплуатационных свойств установок горизонтально направленного бурения.

Актуальность выбранной диссертантом Петровым Андреем Андреевичем темы исследований «Метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины горизонтально направленного бурения» не вызывает сомнений.

**Новизна научных положений и полученных результатов** заключается в следующем:

1. Установлены закономерности формирования резонансных частот резонирующих пластин встроенного в бурильную головку генератора вибрационных колебаний в зависимости от возможностей насосной установки конкретной машины, а также количества, размеров и долговечности резонирующих пластин.

2. Установлена зависимость энергоэффективности применения гидродинамической бурильной головки машины ГНБ от частоты колебаний пластин встроенного генератора, и влияния режима резонансных колебаний

механической системы на характеристики взаимодействия инструмента с массивом.

3. Разработан метод расчета и проектирования конструктивных параметров бурильной головки с ВГВК, обосновано конструктивное исполнение гидродинамического инструмента и режимов работы машины ГНБ в конкретных условиях применения.

Результаты диссертационного исследования Петрова А.А. опубликованы в десяти печатных трудах, из которых четыре представлены в рецензируемых изданиях из перечня, размещенного на официальном сайте ВАК, основная техническая идея защищена патентом РФ на изобретение, издана монография.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, достигается за счет:**

1. Корректного обоснования ограничений и допущений, принятых в диссертационном исследовании.

2. Корректного применения методов физического и математического моделирования.

3. Сходимостью теоретических и экспериментальных исследований.

4. Использованием поверенной измерительной и регистрирующей аппаратуры.

5. Отсутствием противоречий с ранее проводимыми исследованиями.

6. Основными положениями и научными результатами диссертации опубликованы в десяти печатных работах (четыре из которых представлены в рецензируемых изданиях из перечня, размещенного на официальном сайте ВАК), а также нашли отражение в монографии и патенте на изобретение.

**Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки** заключается в расширении представлений и выявлении закономерностей формирования резонансных частот в генераторе вибрационных колебаний, встроенном в бурильную головку машины ГНБ, и в разработке на их основе научно обоснованных

рекомендаций по выбору конструктивных параметров инструмента и режимов его работы, при которых реализация технологий ГНБ происходит с максимальной энергоэффективностью, с учетом особенностей конструкции инструмента и условий ведения работ.

**Практическая значимость работы** заключается в разработке методики проектирования гидродинамической бурильной головки машины ГНБ и обосновании возможности использования установок горизонтально направленного бурения на более крепких породах за счет применения нового более энерговооруженного породоразрушающего инструмента. При этом, научно обоснованы рекомендации по выбору конструктивных параметров инструмента и режимов его работы, при которых реализация технологий ГНБ происходит с максимальной энергоэффективностью, с учетом особенностей конструкции инструмента и условий ведения работ.

**Личный вклад автора** заключается в следующем:

- проведен информационный поиск в направлении исследования, сформулирована его целей и задач, выдвинута рабочая гипотеза исследования;
- разработана конструкция и изготовлен опытный образец бурильной головки с ВГВК, оснащенным наборами резонирующих пластин и струеформирующих насадок для проведения стендовых испытаний;
- проведены экспериментальных исследований опытного образца бурильной головки машины ГНБ, обработаны и проанализированы их результаты;
- научно обоснован и разработан метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины ГНБ со встроенным генератором вибрационных колебаний, обеспечивающий энергоэффективность и долговечность встроенного генератора вибрационных колебаний с учетом конструктивного исполнения резонирующих пластин в зависимости от возможностей насосного оборудования бурильной установки и условий применения машины.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования**

Результаты диссертационной работы Петрова А.А. «Метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины горизонтально направленного бурения» рекомендуются к применению в учебном процессе при подготовке студентов по направлению 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование».

Достигнутые результаты позволяют развить научно-методические подходы к расчету и проектированию бурильных головок с встроенным генератором вибрационных колебаний для эффективной работы при создании инструмента и машин на основе новых принципов воздействия на породный массив.

Метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины ГНБ используется предприятием АО «Обуховский завод», г. Санкт-Петербург, при проектировании бурильного инструмента.

### **Общая оценка структуры и объема диссертации**

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы, заключение, список использованной литературы и приложения. Материалы диссертации состоят из 150 страниц основного текста, 68 рисунков, 50 таблиц. Библиографический список литературы состоит из 120 наименований. Автореферат содержит 24 страницы машинописного текста.

Во введении представлена актуальность темы диссертационного исследования; сформулированы его цель, задачи и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ в изучаемой области диссертационной работы. Дан обзор техники, реализующей технологию ГНБ, отмечены моменты, сдерживающие расширение области применения таких машин.

Во второй главе сформулированы научно-методические подходы к решению поставленных задач и достижению поставленной цели. Представлена стендовая база, описан стенд и аппаратура для проведения экспериментальных исследований. Дается описание конструкции принятого к исследованию опытного образца гидродинамической бурильной головки машины ГНБ с ВГВК в комплекте со сменными наборами резонирующих пластин и струеформирующих насадок, расчет конструктивных параметров и принципов функционирования для проведения стендовых испытаний. Рассмотрены методики экспериментальных исследований опытного образца гидродинамической бурильной головки машины ГНБ с ВГВК и ресурса работы резонирующих пластин.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований работы опытного образца гидродинамической бурильной головки машины ГНБ с ВГВК; сформулированы рекомендации по методу проектирования и расчету бурильной головки машины ГНБ с ВГВК исходя из возможностей насосного оборудования бурильной установки и условий применения машины. Получена регрессионная модель, которая позволяет рассчитать диаметр пилотной скважины в зависимости от основных факторов, определяющих эффективность бурения.

В четвертой главе представлен метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины ГНБ, обеспечивающий энергоэффективность и долговечность ВГВК с учетом конструктивного исполнения резонирующих пластин в зависимости от возможностей насосного оборудования бурильной установки и условий применения машины.

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов:**

1. Разработан метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины ГНБ, обеспечивающий энергоэффективность и долговечность встроенного генератора вибрационных колебаний, выбранный с учетом конструктивного исполнения резонирующих пластин.

2. Разработанные рекомендации и принятые в диссертационной работе решения могут быть использованы при модернизации установок горизонтально направленного бурения и направленного прокола и учитываться при проектировании новых моделей.

3. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в учебных программах вузов в рамках подготовки обучающихся при изучении дисциплин (модулей) «Строительные машины» по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование».

### **Вопросы и замечания по содержанию диссертации**

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, отмечая ее высокий научный уровень, степень обоснованности научных положений, практическую значимость выводов и рекомендаций, стоит отметить ряд замечаний.

1. В разделе 3.1 не приводятся конкретные данные о параметрах образцов, подвергавшихся термической обработке, не ясно на каком числе образцов получены механические и усталостные характеристики, приведенные в таблице 3.2, не указаны способы обработки экспериментальных данных. Выводы о пределах выносливости рассматриваемых сталей с конкретными режимами их термообработки сделаны не по результатам прямых усталостных испытаний, а через косвенные оценки коэффициентов пластичности  $K_8^{0.5}$  и пределов временного сопротивления разрыву  $\sigma_b$ .
2. В разделе 3.4. обосновывается расчетная долговечность пластин, соответствующая заданному уровню возникающих напряжений. Результаты расчетов приводятся в таблицах 3.19 - 3.22 и вызывают ряд вопросов. Прогнозируемая долговечность ставится в зависимость не только от нормальных изгибных напряжений, но также и от касательных напряжений кручения (таблица 3.19),

которые не исследовались и непонятно от каких нагрузок возникают. В таблице 3.20 представлены результаты расчетов показателя степени  $m$  в зависимости от уровня напряжений и долговечности, однако показатель  $m$  от изменения числа циклов нагружения и долговечности не зависит, так как характеризует угол наклона усталостной кривой, определяется только экспериментально и для конкретной стали является ее усталостной характеристикой. Это ставит под сомнение выводы, сделанные в таблице 3.21.

Замечания к диссертации не влияют на основные выводы и результаты, не снижают научной и практической ценности работы.

### **Общее заключение**

Диссертационная работа Петрова Андрея Андреевича соответствует критерию внутреннего единства, это подтверждается наличием последовательного плана исследований с применением однозначной методологической платформы. В диссертации прослеживается основная идейная линия с концептуальными и взаимосвязанными выводами, также содержит новые научные результаты.

В автореферате диссертации отражены основные научные положения, выводы и рекомендации, а также научная и практическая ценность работы.

Диссертация «Метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины горизонтально направленного бурения» по актуальности темы, постановке и решению задачи исследования, научным результатам и практическим выводам отвечает требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 18.03.2023), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Петров Андрей Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании Высшей школы транспорта Института машиностроения, материалов и транспорта «04» ноября 2025 г., протокол № 4.

Результаты голосования «за» - 27, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

Директор Института машиностроения,  
материалов и транспорта  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого»,  
доктор технических наук, профессор

Попович  
Анатолий Анатольевич

Отзыв составили:  
Директор Высшей школы транспорта  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого»  
кандидат технических наук, доцент

Грачев  
Алексей Андреевич

доктор технических наук, профессор,  
профессор Высшей школы транспорта  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого»

Манжула  
Константин Павлович

#### СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Адрес: 195251, Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ Академическое, ул.

Политехническая, д. 29 литера Б

Контактный телефон: +7 (812) 552-60-80

E-mail: [office@spbstu.ru](mailto:office@spbstu.ru)

