

В диссертационный совет  
24.2.380.05  
при ФГБОУ ВО «Санкт –  
Петербургский государственный  
архитектурно- строительный  
университет»  
190005, Санкт-Петербург, 2-я  
Красноармейская ул., д.4  
E-mail: rector@spbgasu.ru

### **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора технических наук, профессора Зорина  
Владимира Александровича на диссертационную работу Петрова  
Андрея Андреевича на тему «Метод расчета и проектирования  
гидродинамической бурильной головки машины горизонтально  
направленного бурения», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные  
транспортно-технологические средства и комплексы**

#### **Объем и структура диссертационной работы**

Структура диссертационной работы включает: введение, четыре главы, заключение, основные выводы, список использованной литературы и приложения. Материалы диссертации состоят из 150 страниц основного текста, 68 рисунков, 50 таблиц. Библиографический список литературы включает 120 наименований. Общий объем диссертации составляет 164 страницы.

#### **Актуальность темы диссертационной работы**

Установки горизонтально направленного бурения (ГНБ) широко используются для прокладки инженерных коммуникаций под дневной поверхностью. При проведении работ с применением ГНБ не требуется разрушать дорожную одежду, нарушать состояние элементов благоустройства территории по направлению выполнения строительных работ по прокладке трубопроводов. Использование данной технологии позволяет снизить негативные факторы, влияющие на эксплуатацию дорог в процессе выполнения строительных работ, а также не ухудшает функциональное, экологическое, санитарное и эстетическое состояние строительного участка.

Одним из ограничений применения установок ГНБ является недостаточная энерговооруженность режущего инструмента, так как инженерно-геологические условия территории, на которой выполняются работы по бестраншейной прокладке трубопроводов, могут быть различными.

Использование вибрационных колебаний, встроенного генератора породоразрушающего инструмента установок ГНБ, где в качестве источника энергии возбуждения применяется буровой раствор, позволяет увеличить энерговооруженность бурового рабочего оборудования. Породоразрушающий инструмент с встроенным генератором гидродинамических колебаний позволяет увеличить производительность установки ГНБ и расширяет зону использования этих установок на грунтах более высокой категории прочности.

Петров Андрей Андреевич подошел к решению вопроса модернизации рабочего оборудования ГНБ комплексно и с системных позиций: разработанная и научно обоснованная им методика позволяет осуществлять выбор типа генератора гидродинамических колебаний бурового инструмента в зависимости от производительности насосного оборудования установки и категории прочности породы, при которой выполнение бурения происходит с минимальной энергоемкостью.

Сформулированные соискателем выводы и практические рекомендации могут быть использованы при совершенствовании эксплуатационных свойств установок горизонтально направленного бурения.

### **Новизна научных положений и полученных результатов**

Новизна диссертационной работы заключается в том, что были установлены закономерности формирования резонансных частот резонирующих пластин встроенного в бурильную головку генератора вибрационных колебаний (ВГВК) в зависимости от возможностей насосной установки конкретной машины, а также количества, размеров и долговечности резонирующих пластин.

В работе определена 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.

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

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

В диссертации использован системный подход к изучению и изложению полученных результатов исследования. Использованные методы физического и математического моделирования, математической статистики, регрессивного анализа направлены на описание наиболее значимых явлений и зависимостей, влияющих на исследуемые параметры.

Представленные материалы подтверждаются хорошей сходимостью теоретических и практических результатов исследований. Теоретические

исследования основаны на общепринятых научных положениях. Эксперименты хорошо продуманы, спланированы и проведены.

Основные положения и научные результаты 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.

Результаты диссертационных исследований неоднократно докладывались автором и обсуждались на конференциях различного уровня, опубликованы в рецензируемых изданиях ВАК РФ.

Наименование и содержание диссертации соответствуют объекту и предмету исследования. Задачи исследования поставлены корректно. Обозначенные автором положения, выносимые на защиту, раскрываются в диссертации в необходимом объеме.

**Анализ содержания диссертационной работы и соответствие ее требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук**

*Во введении* отражена актуальность темы исследования; сформулированы цель и задачи; показана научная новизна работы; даны общая характеристика исследования, сведения об апробации и внедрении, а также основные положения, выносимые на защиту.

*Первая глава* посвящена анализу конструктивных решений машин для управляемого прокола и горизонтально направленного бурения. Проведен анализ методов увеличения производительности рабочих органов машин ГНБ, а также повышении энерговооруженности технологического инструмента за счет подведения к бурильной головке вибрационных колебаний, генератор которых встраивается в конструкцию рабочего оборудования. При этом в качестве источника энергии выступает поток промывочной жидкости, подаваемой при бурении

*Во второй* главе рассмотрены методы экспериментальных исследований, направленные на определение ресурса работы бурильной головки машины ГНБ, а также общих принципов работы гидродинамической бурильной головки с ВГВК. Описана испытательная база и аппаратура для решения поставленных задач и достижения поставленной цели.

*В третьей* главе проведены исследования вибрационных пластин ВГВК трех исполнений: из рессорно-пружинных сталей 60С2А, 65Г и 65С2ВА для обоснования рекомендаций по конструктивному исполнению этих ключевых деталей, определяющих ресурс работы бурильной головки. Экспериментальные исследования в стендовых условиях автором проводились в рамках полного факторного эксперимента по плану  $2^3$ , при постоянном давлении на рабочей станции, фиксации усилия подачи и значений сопротивления массива уплотнения. На основе результатов эксперимента в работе построена регрессионная модель, отражающая зависимость диаметра пилотной скважины (ДПС) от трех основных параметров, оказывающих влияние на результативность работы машины ГНБ и процесса бурения в целом: сопротивляемость массива уплотнению, скорость потока рабочей жидкости и усилие подачи.

*В четвертой* главе представлен метод расчета и проектирования породоразрушающего инструмента установки горизонтально направленного бурения в зависимости от физико-механических свойств колебателей, возможностей насосного оборудования бурильной установки и условий применения машины. Приведены установленные экспериментально рекомендуемые количества струеформирующих насадок и резонирующих пластин для различных категорий пород по прочности (буримости). Выполнен расчет энергоэффективности при использовании бурильной головки машины ГНБ с ВГВК при прокладке скважины.

В диссертации разработан алгоритм расчета и проектирования гидродинамического технологического инструмента установки ГНБ.

Проведена оценка финансово-экономического результата при высвобождении трудовых ресурсов, а также выполнен расчет стоимости БГ с ВГВК.

**Заключение** содержит основные научные и практические результаты выполненных исследований.

**Выводы и рекомендации** в диссертации, изложенные по главам и по работе в целом, представляются обоснованными, объективно отражающими научную новизну и практическую значимость полученных результатов. Цели и задачи, сформулированные автором, были достигнуты.

**В автореферате** диссертации представлено основное содержание работы по главам, а также сведения: об актуальности работы, поставленной цели и задачах, о научной новизне, теоретической и практической значимости, апробации и публикациях по результатам проведенных исследований. Автореферат правильно и полностью отражает основные результаты исследований, приведенных в диссертационной работе.

### **Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации**

Результаты диссертационного исследования освещают важные аспекты связанные с повышением эффективности использования технологии горизонтально направленного бурения, в связи с тем, что растет энерговооруженность бурового инструмента.

В работе определена закономерность режима работы генератора гидродинамических колебаний, при которой выполнение работ горизонтально направленного бурения происходит при минимальной энергоемкости.

Автором получена зависимость долговечности работы резонирующей пластины в резонансном режиме от амплитуды колебаний.

Разработанный метод расчета и проектирования позволяет обосновать конструктивное исполнение встраиваемого генератора вибрационных колебаний и режимы его работы, обеспечивающие повышение

эффективности процесса бурения и проведение работ с максимальной энергоэффективностью, что является важным вкладом в развитие средств механизации строительных работ.

### **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. Текст диссертации проиллюстрирован большим количеством фотографий стандартного рабочего и измерительного оборудования (1.2, 1.3, 1.5, 2.2, 2.6, 2.7, 2.9, 2.10)
2. При нумерации рисунков во второй главе отмечен сбой: после рисунка 2.1 следуют рисунки 3.1 и 3.2, затем 2.4, 2.5 и др. Рис. 2.8 отсутствует
3. На графиках 3.1., 3.2, 3.7, 3.8, 3.11, 3.12, 3.13 и 3.14 отсутствуют обозначения показателей по осям. Рисунки 3.3-3.6, 3.9, 3.10 не приведены.
4. В работе встречаются нестандартные термины (пример - индекс корреляции).
5. Текст диссертации перегружен нестандартными сокращениями: ГБГ, ТО, ДВ, ВД, СКО, КУР, СВР, ДПС и проч. – что затрудняет восприятие информации.
6. В основных выводах отмечено, что долговечность работы вибрационных пластин ВГВК из стали 60С2А в резонансном режиме при амплитуде колебаний  $1,2 \cdot 10^{-3}$  м составляет не менее 5000 часов. Информация о долговечности стандартных пластин без вибрационного воздействия не приведена.
7. В списке литературных источников практически отсутствуют ссылки на работы зарубежных исследователей. Перечень составлен хаотично, кроме того, встречается дублирование (поз. 101 и 106).

8. В работе отсутствует информация о результатах внедрения и опыте практического использования разработанных автором рекомендаций.

Приведенные выше замечания не влияют на основные выводы и результаты, не снижают научно-практической значимости работы. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы, п. 2 – «Методы расчета и проектирования, направленные на создание новых и совершенствование существующих транспортно-технологических средств и их комплексов с учетом полного жизненного цикла изделий, обладающих высоким качеством, в том числе повышенными показателями экономичности, надежности, производительности, экологичности и эргономичности, обеспечивающих энергоэффективность и безопасность эксплуатации» – и п. 3 «Экспериментальные исследования и испытания транспортно-технологических средств и их комплексов, а также отдельных систем, агрегатов, узлов, деталей и технологического оборудования».

### **Выводы и рекомендации**

Приведенные автором в диссертационной работе выводы, теоретические и практические результаты, могут быть рекомендованы для использования при совершенствовании рабочего инструмента установок горизонтально направленного бурения, управляемого прокола.

Результаты исследования могут использоваться в учебном процессе при изучении дисциплин «Строительные машины» и «Технология машиностроения» по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» на кафедре наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета ФГБОУ ВО «СПбГАСУ».

### **9.Общее заключение**

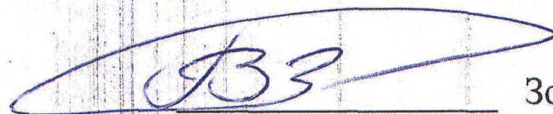
Представленная диссертация Петрова Андрея Андреевича «Метод расчета и проектирования гидродинамической бурильной головки машины горизонтально направленного бурения» отвечает требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 18.03.2023), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Петров Андрей Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор

Профессор кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический Университет (МАДИ)»,

г. Москва



Зорин Владимир Александрович

диссертация защищена по специальности 05.05.04 – дорожные и строительные машины, 1998 г.

Адрес организации: 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». Телефон: 8(499)155-01-55, 8(916)638-21-44, e-mail: madi-dm@list.ru

Подпись д.т.н., проф. Зорина В.А. заверяю:

Первый проректор – проректор по образовательной деятельности



И.А. Артемьев

26.11.2025