

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.6.01.04
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
НАУК**

от «20» июня 2024 г. № 12

о присуждении Пумпянскому Дмитрию Александровичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Научные основы разработки сталей, сплавов и высокоэффективных технологий для производства нефтегазовых и специальных труб нового поколения» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.6.01.04 «12» апреля 2024 г. протокол № 8.

Соискатель, Пумпянский Дмитрий Александрович, 1964 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Упрочняющая обработка высокопрочных титановых сплавов» защитил в 2001 г. в диссертационном совете, созданном на базе Уральского государственного технического университета;

с 01.05.2023 г. обучается в докторантуре ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 2.6.17. Материаловедение (предполагаемый срок окончания докторантуры – 30.04.2026 г.);

работает в Региональном объединении работодателей «Свердловский областной Союз промышленников и предпринимателей», г. Екатеринбург, в должности Президента.

Диссертация выполнена на кафедре термообработки и физики металлов Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, **Попов Артемий Александрович**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт новых материалов и технологий, кафедра термообработки и физики металлов, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Кондратьев Сергей Юрьевич – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Институт машиностроения, материалов и транспорта, высшая школа физики и технологий материалов, профессор;

Кудря Александр Викторович – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва, кафедра металловедения и физики прочности, профессор;

Макаров Алексей Викторович – доктор технических наук, член-корреспондент РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория механических свойств, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет более 120 научных трудов, в том числе по теме диссертации опубликовано 28 научных работ, из них 14 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, в том числе 13 статей в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science; 1 монография в соавторстве и 9 патентов РФ на изобретения. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 51,77 п.л., авторский вклад – 23,95 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ

1. Pumpyanskii D.A. Strengthening pipe steel / Pumpyanskii D.A., Pyshmintsev

I.Yu., Farber V.M. // *Steel in Translation*. 2005. V. 35. № 7. P. 47–56; (0,56 п.л. / 0,25 п.л.), (Scopus).

2. Пумпянский Д.А. Влияние скорости охлаждения на структуру низкоуглеродистой трубной стали / Пумпянский Д.А., Смирнов М.А., Журавлёв Л.Г., Пышминцев И.Ю. // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. 2006. № 7. С. 137–140; (0,25 п.л. / 0,12 п.л.).

3. Pyshmintsev I.Yu. Ductility of steel and its characteristics / Pyshmintsev I.Yu., Pumpyanskiy D.A., Farber V.M. // *Metal Science and Heat Treatment*. 2007. Т. 49. № 11–12. P. 519–525; (0,43 п.л. / 0,2 п.л.), (Scopus, WoS).

4. Pumpyanskiy D.A. Production of high-quality wheel steel. Part 1. Production aspects of continuously-cast billet quality for railway wheel manufacture / Pumpyanskiy D.A., Tyutyunik S.V., Kolokolov E.A., Mescheryachenko A.A., Murzin I.S., Emel'yanov V.V., Belonozhko S.S., Arsenkin A.M. // *Metallurgist*. 2021. Т. 65. № 1–2. P. 13–20; (0,5 п.л. / 0,2 п.л.), (Scopus).

5. Pumpyanskiy D.A. Production of high-quality wheel steel. Part 2. Nonmetallic inclusion composition and morphology / Pumpyanskiy D.A., Tyutyunik S.V., Kolokolov E.A., Mescheryachenko A.A., Murzin I.S., Emel'yanov V.V., Belonozhko S.S., Arsenkin A.M. // *Metallurgist*. 2021. Т. 65. № 1–2. P. 153–159; (0,44 п.л. / 0,2 п.л.), (Scopus).

6. Pumpyansky D.A. Features of phase transformations in martensitic class steel for oil grade high-strength corrosion-resistant pipes / Pumpyansky D.A., Pyshmintsev I.Y., Bityukov S.M., Alieva E.S., Gusev A.A., Mikhailov S.B., Lobanov M.L. // *Metallurgist*. 2022. V. 65 (11-12). P. 1245-1254; (0,5 п.л. / 0,2 п.л.), (Scopus).

7. Pumpyansky D.A. Mastering the production of special types of pipes made of ferritic-martensitic steels, taking into account the peculiarities of the microstructure and properties / Pumpyansky, D.A., Shtuza, M.G., Pyshmintsev, I.Yu., Космацкий Я.И., Varnak, O.V., Barichko, B.V. // *Chernye Metally*. 2022. № 11. P. 41–49; (0,5 п.л. / 0,22 п.л.), (Scopus).

8. Pumpyanskiy, D.A. New Concept of Pipe Rolling Unit with a Continuous Mill / Pumpyanskiy, D.A., Vydrin, A.V., Barichko, B.V., Yakovleva, K.Y // *Steel in*

Translation. 2022. № 52(6). P. 615–618; (0,25 п.л. / 0,11 п.л.), (Scopus).

9. Pumpyanskii D.A. Features of microstructure, phase composition and strengthening capability of stainless steels with 13 – 17 % Cr / Pumpyanskii, D.A., Pyshmintsev, I.Y., Bityukov, S.M., Gervas'ev, M.A., Gusev, A.A. // *Izvestiya Ferrous Metallurgy*. 2022. V. 52(9). P. 844–851; (0,63 п.л. / 0,3 п.л.), (Scopus).

10. Pumpyanskii D. A. Structure and Properties of Steel for Producing Hydrogen Sulfide Resistant Oil and Gas High Strength Pipes / D. A. Pumpyanskii, I. Yu. Pyshmintsev, A. N. Maltseva, D. P. Uskov, M. A. Smirnov, A. M. Arsenkin. // *Metallurgist*. 2023. V 66 (9-10). P. 1173–1180; (0,5 п.л. / 0,25 п.л.), (Scopus).

11. Pumpyanskii D.A. Formation of the Strength Characteristics of the Pipes Made of Commercial Austenitic Stainless Steels at Room and Elevated Temperatures / Pumpyanskii, D.A., Pyshmintsev, I.Y., Khatkevich, V.M., Mal'tseva, A.N., Zhuchkov, D.V. // *Russian Metallurgy (Metally)* 2023. № 3. P. 306–316; (0,63 п.л. / 0,29 п.л.), (Scopus).

12. Pumpyanskiy, D.A. Materials Science Aspects of Titanium Tube Production. Part 1. Production of Hot-Extruded Tubes / Pumpyanskiy, D.A., Illarionov, A.G., Vodolazskiy, F.V., Kosmatskiy, Y.I., Illarionova, S.M., Popov, A.A. // *Metallurgist*. 2023. № 67(7-8). P. 1103–1117; (0,93 п.л. / 0,45 п.л.), (Scopus).

13. Pumpyanskiy D.A. Promising Titanium Alloys for Cold-Worked Pipe Manufacture / Pumpyanskiy, D.A., Illarionov, A.G., Vodolazskiy, F.V., Kosmatskiy, Y.I., Popov, A.A. // *Metallurgist*. 2023. № 67(1-2). P. 25–40; (0,95 п.л. / 0,3 п.л.), (Scopus).

14. Pumpyanskii, D.A. Effect of Finish Rolling Temperature on the Texture and Fracture Resistance of Low-Carbon High-Strength Pipe Steels during Thermomechanical Treatment / Pumpyanskii, D.A., Pyshmintsev, I.Y., Lobanov, M.L., Chikalov S.G., Urtsev N.V., Denisov, S.V., Urtsev, V.N. // *Metal Science and Heat Treatment*. 2023. № 65 (5-6). P. 330–337; (0,5 п.л. / 0,22 п.л.), (Scopus, WoS).

ПАТЕНТЫ:

15. Патент на изобретение RU 2276695 C1, 20.05.2006. Заявка №

2004133365/02 от 16.11.2004. Нержавеющая сталь для производства труб и способ производства труб из нержавеющей стали / Пумпянский Д.А., Марченко Л.Г., Столяров В.И., Шлямнев А.П., Свистунова Т.В., Ляльков А.Г., Лубе И.И

16. Патент на изобретение RU 2254394 С1 20.06.2005. Высокопрочная аустенитная нержавеющая сталь и способ окончательной упрочняющей обработки изделий из нее / Бодров Ю.В., Брижан А.И., Лефлер М.Н., Марченко Л.Г., Попов А.А., Пумпянский Д.А., Пышминцев И.Ю., Рекин С.А., Чернухин В.И., Чернышев Ю.Д. // Заявка № 2004107828/02 от 16.03.2004.

17. Патент на изобретение RU 2352647 С1, 20.04.2009. Заявка № 2007133476/02 от 06.09.2007. Труба нефтяного сортамента повышенной прочности / Бодров Ю.В., Брижан А.И., Горожанин П.Ю., Грехов А.И., Жукова С.Ю., Зырянов В.В., Кривошеева А.А., Лефлер М.Н., Мануйлова И.И., Марченко Л.Г., Пумпянский Д.А., Пышминцев И.Ю., Степашин А.М., Суворов А.В., Шлейнинг Л.И., Якушев Е.В.

18. Патент на изобретение RU 2350416 С1, 27.03.2009. Заявка № 2007129237/02 от 30.07.2007. Способ деформации труб / Выдрин А.В., Пумпянский Д.А., Пышминцев И.Ю., Марченко Л.Г., Фадеев М.М., Ананян В.В., Багаев Н.Ф., Поляков К.А.

19. Патент на изобретение 2751069 С1, 07.07.2021. Заявка № 2020132174 от 30.09.2020. Способ производства бесшовных труб из нержавеющей стали мартенситного класса типа 13CR / Пумпянский Д.А., Чикалов С.Г., Пышминцев И.Ю., Четвериков С.Г., Трутнев Н.В., Тумашев С.В., Красиков А.В., Буняшин М.В., Мякотина И.В., Чубуков М.Ю., Ульянов А.Г., Лоханов Д.В., Выдрин А.В.

20. Патент на изобретение 2787205 С2, 29.12.2022. Заявка № 2021103723 от 15.02.2021. Бесшовная высокопрочная труба из стали мартенситного класса для обсадных колонн и способ ее производства / Пумпянский Д.А., Пышминцев И.Ю., Чикалов С.Г., Трутнев Н.В., Тумашев С.В., Красиков А.В., Неклюдов И.В., Буняшин М.В., Усков Д.П., Мякотина И.В., Чубуков М.Ю., Коновалов С.С., Битюков С.М.

21. Патент на изобретение 2786736 С2, 26.12.2022. Заявка № 2020126061

от 31.07.2020. Способ производства коррозионностойкой титансодержащей стали / Трутнев Н.В., Неклюдов И.В., Буняшин М.В., Морозов В.В., Корнев Ю.Л., Пумпянский Д.А., Четвериков С.Г.

22. Патент на изобретение 2788284 С1, 17.01.2023. Заявка № 2022105681 от 03.03.2022. Способ производства бесшовных горячедеформированных коррозионностойких труб из стали аустенитного класса / Пумпянский Д.А., Чикалов С.Г., Четвериков С.Г., Трутнев Н.В., Тумашев С.В., Красиков А.В., Буняшин М.В., Ульянов А.Г., Мякотина И.В., Чубуков М.Ю., Лоханов Д.В., Благовещенский С.И., Никляев А.В., Пышминцев И.Ю., Выдрин А.В., Черных И.Н., Корсаков А.А.

23. Патент RU2798642С1 Бесшовная высокопрочная труба из стали мартенситного класса для обсадных колонн и способ ее производства / Пумпянский Д.А., Чикалов С.Г., Четвериков С.Г. и др. Оpubл.23.06.23 Бюл. №18.

Монография:

24. Пумпянский Д.А. Основы металловедения и технологии производства труб из коррозионно-стойких сталей (монография) Пумпянский Д.А., Пышминцев И.Ю., Выдрин А.В., Кузнецов В.И., Красиков А.В. // М.: Metallurgizdat. 2023. – 682 с. (43 п.л. / 20 п.л.).

На автореферат поступили отзывы от:

1. **Настича Сергея Юрьевича**, доктора технических наук, главного научного сотрудника лаборатории исследований материалов Корпоративного научно-технического центра развития трубной продукции, и **Арабея Андрея Борисовича**, кандидата технических наук, главного научного сотрудника Корпоративного научно-технического центра развития трубной продукции, научного руководителя междисциплинарного направления «Эффективное применение трубной продукции для газовой промышленности» ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ», г. Санкт-Петербург. Содержит замечание по научной новизне.

2. **Григоровича Константина Всеволодовича**, доктора технических наук, профессора, академика РАН, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук», г. Москва. Содержит вопросы и замечания, касающиеся научной новизны и оформления автореферата.

3. **Леонтьева Леопольда Игоревича**, доктора технических наук, профессора, академика РАН, советника РАН, председателя Совета по металлургии и металловедению Отделения химии и наук о материалах Российской академии наук, г. Москва. В качестве замечания отмечена неочевидность перспектив создания еще более прочных материалов с гарантированной стойкостью к сульфидному коррозионному растрескиванию, чем разработанные.

4. **Филиппова Георгия Анатольевича**, доктора технических наук, профессора, директора Научного центра качественных сталей Государственного научного центра ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», г. Москва. Содержит замечания касательно оценки влияния содержания примесей серы и фосфора, а также связи легирования молибденом и изменения комплекса свойств.

5. **Чуманова Ильи Валерьевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Техника и технологии производства материалов» филиала ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в г. Златоусте. Содержит замечания касающиеся оформления автореферата, выбора формул расчета никелевого и хромового эквивалента, а также вопрос относительно расчета «рационального запаса пластичности».

6. **Костиной Марии Владимировны**, доктора технических наук, доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории физикохимии и механики металлических материалов ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, г. Москва). Содержит замечания

формально-классификационного характера относительно классификации легированных сталей, оформления графиков и гистограмм для более точного представления информации, а также излишне краткого изложения материала в автореферате, ввиду большого объема и масштабности материала, охваченного диссертационной работой.

7. **Ильина Алексея Витальевича**, доктора технических наук, заместителя генерального директора, начальника научно-производственного комплекса «Конструкционные стали и функциональные материалы для морской техники» ФГУП Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Санкт-Петербург. Содержит вопрос относительно химического состава нового разработанного сплава и его технологического использования.

8. **Симонова Юрия Николаевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Содержит замечание относительно оформления графиков в автореферате.

9. **Орлова Виктора Валерьевича**, доктора технических наук, генерального директора, и **Козлова Павла Александровича**, кандидата технических наук, заместителя генерального директора Государственного научного центра Российской Федерации АО «Научно-производственное объединение «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения», г. Москва. Содержит замечания, связанные с визуальным оформлением конечных результатов исследований и указанием ссылок на используемые программные продукты.

10. **Потехина Бориса Алексеевича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технологические машины и технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург. Содержит вопрос касательно исследования

охрупчивания в новых разработанных сталях.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями и исследованиями в области обработки высокопрочных трубных сталей с повышенными вязкопластическими свойствами, а также исследованиями, связанными с их применением в различных условиях и средах.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, в которой содержится решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, а именно разработка научно-обоснованного подхода к выбору составов и режимов термической обработки высокопрочных трубных сталей с повышенными вязкопластическими свойствами в широком интервале температур для их применения в различных условиях, в том числе в средах, содержащих углекислый газ и сероводород.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные и практически значимые результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Показано, что в хромомолибденовых сталях, легированных одновременно ванадием и ниобием при разработанных режимах термической обработки, основное дисперсионное упрочнение происходит за счет выделения карбидов ванадия, в то время как карбиды ниобия обуславливают получение мелкозернистой структуры за счет их выделения по границам зерен.

2. Установлено, что применение хромомолибденовых сталей с регулируемым соотношением содержания сильных карбидообразующих элементов, повышения количества молибдена, минимизации уровня загрязнений и проведения высокого отпуска преимущественно мартенситной структуры позволяет реализовать в производстве насосно-компрессорных и обсадных труб,

содержащих менее 0,30 мас. % углерода, уровень прочности от L80 до C110, стойкость к хрупкому разрушению и сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением.

3. Выявлено влияние никелевого и хромового эквивалентов на механизмы кристаллизации сплавов мартенситного класса с 12–14 мас. % хрома. Показано, что повышение концентрации ферритообразующих элементов свыше значений хромового эквивалента более 16 % приводит к переходу стали в мартенсито-ферритный класс, что обуславливает появление в структуре более 10 объемных % феррита, ухудшающего комплекс механических свойств.

4. Показано, что в сталях мартенситного класса с 12–14 мас. % хрома, легированных никелем, длительные выдержки при отпуске приводят к выделению интерметаллидных и карбидных фаз с соответствующим изменением состава матрицы и обуславливают образование аустенита ниже температуры эвтектоидного превращения (A_{C1}).

5. Доказано, что коррозионная стойкость сталей типа «суперхром» в кислой среде существенно превышает стойкость сталей с 12–14 мас. % хрома. Глубинный показатель коррозии в средах с $pH = 3$ для этих сталей в 4–6 раз меньше, чем для сталей с 12–14 мас. % хрома.

6. Показано, что основными факторами упрочнения аустенитных сталей типа X18Ni10Ti являются размер зерна и концентрации углерода, азота или титана в твердом растворе, которые могут обеспечивать до 45 % предела текучести стали. Уменьшение предела прочности сталей при повышении температуры испытаний по сравнению с испытанием при температуре 20 °C находится в обратной зависимости от их никелевого эквивалента.

7. Установлено, что для высоколегированных аустенитных сталей отношение $Ni/(Cr+Mo)$ определяет склонность к выделению сигма-фазы при старении. Повышение этого отношения от 0,94 до 1,08 значительно увеличивает устойчивость аустенита против выделения интерметаллида, в то время как холодная пластическая деформация существенно интенсифицирует выделение сигма-фазы при отжиге, а увеличение степени деформации способствует смене

морфологии выделений.

8. Разработан аустенитный сплав ТМК-С и технология его производства, позволяющая производить высокопрочные коррозионностойкие трубы класса прочности 110 Ksi с повышенными служебными характеристиками.

9. Для псевдо- α -сплавов титана разработана технология, включающая горячее прессование передельных труб и последующую многопроходную холодную прокатку с промежуточным и окончательным отжигами, которая обеспечивает формирование комплекса механических свойств в холоднокатаных трубах, удовлетворяющего требованиям российских ТУ (сплавы ПТ-1М, ПТ-7М) и зарубежных стандартов (сплав Ti-3Al-2,5V).

Разработан и научно обоснован подход к выбору химических составов и режимов термической обработки высокопрочных трубных сталей, обеспечивающий высокие прочностные и вязкопластические свойства в широком интервале температур и возможность их применения в различных коррозионно-активных средах, в том числе содержащих углекислый газ и сероводород. Составы сталей и технологии их обработки защищены патентами РФ, внедрены в практику производства высококачественных труб. Проведенные исследования позволили создать материалы и импортоопережающие технологии производства труб различных типоразмеров и свойств для нефтяной, газовой и атомной промышленности. Получаемая продукция по критериям качества, комплексу физико-механических и служебных свойств не уступает, а чаще превосходит зарубежные аналоги. Экономический эффект от внедрения бесшовных труб, изготовленных по разработанным технологиям производства в 2018–2023 гг., превышает 94 млрд рублей.

На заседании 20 июня 2024 г. диссертационный совет УрФУ 2.6.01.04 принял решение присудить Пумпянскому Д.А. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.6.01.04 в количестве 21 человека, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек,

входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет,
недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета
УрФУ 2.6.01.04

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 2.6.01.04

20.06.2024 г.



Лобанов Михаил Львович

Селиванова Ольга Владимировна