

РЕЦЕНЗИЯ

от член на научно жури

доц. д-р инж. ик. Валентина Стефанова Николова в ИМСТЦХ-БАН
относно дисертационен труд за получаване на научна и образователна степен
„доктор“
в област на висшето образование 5. „Технически науки“
професионално направление 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“
по научната специалност “Подземно строителство”.

Автор на дисертационния труд: маг.инж. Антонио Вилиянов Шопов

Тема на дисертационния труд: Изследване влиянието на корозията върху
механичните свойства на строителна стомана за подземни съоръжения

ОСНОВАНИЕ за изготвяне на рецензията:

Заповед № Р-912/06.12.2021г. на Директора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ за назначаване на научно жури и решение на научното жури. Протокол от първото заседание на научното жури от 15.12.2021г. за избор на рецензенти.

1.Кратки биографични данни

Антонио Вилиянов Шопов е роден през 1979г. През 1996г е завършил Софийска математическа гимназия “Паийси Хилендарски“. През 2001г. е завършил Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия, по специалността „Промислено и гражданско строителство, специализация „Конструкции“. През 2017 и 2018г. повишава квалификацията си с два курса на тематика „Основи на научното експериментиране“ и „Експериментални данни и инженерен експеримент“ в ТУ-гр. София, както 4-ри курса по два към „Камарата на инженерите в инвестиционното проектиране“ и „Научно-техническия съюз по строителство В България“ и към УАСГ – два курса. В периода 2001г – 2015г работи в частни фирми като строителен инженер. В периода 2016-2019г е заемал длъжността асистент в катедра „Съпротивление на материалите в ТУ- гр. София. В момента е работи на свободна практика.

2.Общо описание на представените материали

- Протокол от заседание на катедрата, Заповед за зачисляване №Р-12 от 05.01.2021г. на Директора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ за докторант на самостоятелна подготовка, платено обучение.
- Диплома за висше образование, автобиография.
- Удостоверения за издържани изпити по докторски минимум два и изпит по англ. език.
- Списък с публикации, дисертационен труд и автореферат
- Заповед за отчисляване №913/06.12.2021г. на Директора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ с право на защита.

3.Обща характеристика на дисертационния труд

3.1. Актуалност, значимост, обект и цели на изследванията на представения дисертационен труд.

Актуалността на тематиката се обосновава от факта, че работата се отнася до съвременните изисквания към създаване на отговорни подземни конструкции и подземни стоманени крепежни елементи които са подложени едновременно на корозионно въздействие и механично натоварване. Вследствие на корозионното въздействие с времето се наблюдава влошаване на якостните и деформационните характеристики на конструкциите изработени от стомана.

При конструирането на подземните конструкции е необходимо да се обърне особено внимание на безопасната експлоатация на носещата конструкция и на най-отговорните конструкционни елементи на изделието да не се разрушават по време на експлоатационния срок и при настъпване на евентуални аварии като пожар, земетресение и др. Едно от предизвикателствата пред съвременните инженерно-технически задачи е повишаването на надеждността на металните крепежни елементи, подложени на корозионно въздействие, при едновременно намаляване на тяхната металоемкост.

Обстоятелството да се определи в кой момент във времето даден основен стоманен елемент с корозия не удовлетворява нормативните изисквания, води до значително оптимизиране на експлоатационният ресурс на изделието, възможностите за предотвратяване на аварии, предварително планиране на ремонтните дейности и други.

3.2 Значимост.

Значимостта на настоящото изследване се определя от предоставените резултати с подробните и задълбочени проучвания на съвременното състояние

на проблемите свързани с корозията, който имат практическо приложение за вземане на целесъобразни решения при определяне гаранцията и износоустойчивостта на стоманени изделия, механичните свойства на стомана използвана в строителството за изграждане на подземни съоръжения.

3.3. Обект на изследванията, цел и задачи за постигането.

Обект на изследвания на представения дисертационен труд е разработването на определени методи и методологии за ускорена корозия на пробни тела от нисколегирана стомана S355JR.

Цели и задачи на дисертационният труд

ЦЕЛ: Да се изследва промяната и да се прогнозира механичните свойства на корозирала строителна стомана S355JR с помощта на разрушителни методи, други представителни методи за анализ, както и провеждане на експерименти за прогнозиране на влиянието на корозията върху механичните свойства на стоманата. Установяване на зависимости – промяната на относителната деформация и якостта в зависимост от времето при съответните корозионни категории.

Задача 1. Да се създаде надеждна методика за ускорена корозия на пробни тела от стомана S355JR.

Задача 2. Да се изследва промяната на механичното поведение на корозирала строителна стомана S355JR при чист огън, при стайна температура.

Задача 3. Да се създаде числен метод за прогнозиране на влиянието на корозията върху напреженията и настъпилите промени.

Задача 4. Да се предложи изчислителен модел за определяне на якостта и съответната относителна деформация на корозирали стоманени елементи във времето.

4. Структура на дисертацията

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави, изводи към всяка глава и основни изводи, заключение, научи и научно-приложни приноси и библиография. Обхваща 156 печатни страници, 114 фигури, 43 таблици, над 110 цитирани източника.

Увод

Изследването разглежда въпроси, свързани с процеса корозия, представляващ взаимодействие на метал - стомана с обкръжаващата го среда, което предизвиква измерима промяна в стоманата и води до влошаване на нейните качества и последиствие нейните функции. Корозионни процеси

възникват при съприкосновение на метала с газове, течности или течни метали, при което протичат чисто химически или електрохимически реакции.

Глава I– Основни обстоятелства

Направен е широк литературен обзор на видовете корозионни процеси. Посочени са параметрите за наблюдаване и управляване на корозията, за да се избегне аварийно състояние, като загуба на тегло, плътност, площ и време. Извършена е класификация на корозионното въздействие върху стоманите при подземна, ускорена и стрес корозия. Извършен е подробен анализ на нормативната уредба по БДС, имаща отношение към корозията на стоманите. Разгледано и анализирано е влиянието на корозията при различни видове натоварвания и как се отразява на механичните свойства на стоманата. Обърнато е специално внимание върху механичните изпитвания. Разгледано е влиянието на корозията върху стоманата при циклично натоварване и при високи температури и усукване. Разгледани и анализирани са моделите на корозия чрез крайните елементи, детерминистичният модел, стохастичен модел и полипонална апроксимация.

След направения литературен преглед, е констатирано че няма информация за изследвания свързани с прогнозирането на влиянието на корозията върху механичните свойства на конструктивна нелегирана стомана S355JR. Липсват научни съобщения за прилагането на изчислителни модели за прогнозиране на корозионното влияние върху стоманените конструктивни елементи. Не са изследвани комплексно характеристиките на стомана S355JR с оглед нейната утилизация и възможности за нейното практическо приложение. Не са намерени извършени изследвания и анализи с отчитане влиянието и възможностите за утилизация и прогнозиране на корозията на нелегирана стомана S355JR. Няма разработена система за ускорена корозия, която да включва теоретично и практично развитие на стомана S355JR .

Глава II Материали и методи.

Описан е материалът с който ще се извършва експеримента - конструктивна нелегирана стомана S355JR, съгласно стандарт EN 10025:1:2004 „Горещовалцувани продукти от конструкционни стомани“ от „ТисенКруп - Юпитер Стомана“ ООД и материалите които ще се използват за предизвикване на корозия.

Посочени са методите които ще се използват при експеримента, а те са:

Електрохимична ускорена корозия

Химичен метод за почистване на корозионни продук

Стохастичен метод
Полипонална апроксимация
Механични изпитвания на опън
Сканираща електрона микроскопия с използването на SEM модел JSM
5510

Глава III – Експериментална част

В тази глава е извършена експерименталната част. Определена е формата на пробното тяло. След обстоен анализ формата на пробното тяло е приета да бъде с паралелната дължина 15d. Определен е и химичния състав на стомана S355JR и границата на провлачване е минимум $f_{p0,2} = 355$ МПа.

Подложени на експеримента са 125 броя пробни тела от стомана S355JR. От тях, 116 броя пробни тела са корозирани чрез метода за ускорена корозия, 8 броя пробни тела са изпитани на опън без корозия и 1 пробно тяло без корозия е запазено като контролно.

Преди да бъдат подложени на ускорената корозия на всяко тяло му е замерено теглото и определен точния химичен състав. Пробните тела са разделени на 5 групи, като всяка група е подложена на различни стойности на тока, като предварително са поставени във вана с 5% NaCl разтвор. За изследването е разработена система за електрохимична корозия, използваща галваностатичен метод. Подробно е описан метода, придружен с снимков материал, схеми и формули. Приложени са снимков материал и схеми на апаратурата, образците и на различни моменти от проведения експеримент. С помощта на снимков материал е онагледено как протича корозията на пробните тела във всяка група. Почистването на пробните тела от стомана S355JR след електрохимичната ускорена корозия, е извършено чрез стандартен химичен метод. След което е извършено замерване на пробните тела и са обработени експерименталните данни. Достигнат е следния извод. При пробните тела с корозия изискванията за еднородност на материала и липса на повърхностни дефекти не са постигнати. В резултат на което се получават емпирични данни, за които следва да се приложи математически модел за обработка и получаване на краен резултат. С цел осигуряване на надеждност на получените резултати, са класифицирани две основни направления – стохастично и средно-аритметично

При изследване на механичните свойства на пробните тела е извършено сравнение между резултатите получени вследствие на корозията и такива с некорозирал материал. Изпитани на опън са осем броя пробни тела без корозия. Получените работни диаграми на материала са обработени чрез

стохастичния метод и средно-аритметичния метод. Работната диаграма на материала е разделена на четири основни зони – зона на еластичност, зона на провлачване, зона на уякчаване и зона на разрушаване. Всяка една от тези зони също е разделена на осем равни части и са взети стойностите – на съответното напрежение със съответната деформация. Подложени са на изследване обособени девет групи от образци, като е изследвана зоната на еластичност, зоната на провлачване, зоната на уякчаване, зоната на разрушаване и работна диаграма. Извършен е анализ на резултатите по показателите. Изследвана е и микроструктурата на стомана S355JR. Постигнати са основни цели, като

- чрез прилагане на методика за ускорена корозия, е постигнато диагностициране и оценка на степента на развитие на корозията за единица време.
- осъвременен е химическият метод за почистване на корозиралите пробни тела от корозията.
- чрез използването на стохастичния метод са получени най-достовърни резултати във времето с оглед вероятностното събитие на изчисленията.
- създаден е вероятностен модел чрез използването на съвременен математически апарат.
- изследвани са етапи от работната диаграма без корозия и е обобщена работната диаграма на материала стомана S355JR.
- изпитани са 105 пробни тела и са обработени получените части на работната диаграма на материала чрез математическите модели.

Глава IV Прогнозиране на корозионното въздействие

Извършено е теоретично моделиране на развитието на корозията и са определени видовете корозионни модели.

За определяне на текущото корозионно състояние на стоманата са използвани физическия, математическия, кибернетичния и смесения модел.

Показани и онагледени са модели за прогнозиране на влиянието на корозията върху механичните свойства на стоманата, като са установени и съответни зависимости с помощта на формули.

Анализирани са видовете възможности за моделиране на корозионното въздействие. Съставен е теоретичен алгоритъм за изчисление на прогнозата на корозионния ефект.

Създаден е модел за отчитане на влиянието на корозията върху механичните свойства на стомана S355JR при устойчиво развитие.

Установени са формули за прогнозиране на относителната деформация при корозионни категории съгласно стандарт ISO 12944-5.

Установени са формули за прогнозиране на якостта при корозионни категории съгласно стандарт ISO 12944-5.

Основни изводи от работата по дисертационния труд

- Разработена е съвременна методика за ускорена корозия, която позволява ефективно диагностициране и оценка на степента на развитие на корозията за единица време. Съществено е модернизиран е химическият метод за почистване на корозирали пробни тела от корозионни продукти.
- Създаден е вероятностен модел чрез използването на стохастичния математически апарат и се доказва, че се получават най-достовърни резултати във времето с оглед вероятностното събитие на изчисленията.
- Изпитани са 105 пробни тела и са обработени получените части на работната диаграма на материала чрез математическите модели. Изследвани са етапи от работната диаграма без корозия и е обобщена работната диаграма на материала стомана S355JR, получени са надеждни резултати удостоверяващи 84-87% точност.
- Чрез използването на сканираща електрона микроскопия е проследена промяната в получената корозия, стомана S355JR и на границата между корозията/стоманата, като е извършен анализ и еднозначно се установява, че корозията поема част от напреженията.
- Анализирани са видовете възможности за моделиране на корозионното въздействие. Създадено е теоретично моделиране на развитието на корозията и са изградени определени видовете корозионни модели. Съставен е теоретичен алгоритъм за изчисление на прогнозата на корозионния ефект.
- Разработен е модел за отчитане на влиянието на корозията върху механичните свойства на стомана при устойчиво развитие.
- Установени са формули и зависимости за прогнозиране на относителната деформация и якостта стомана с корозия при различни корозионни категории съгласно стандарт.
- Влиянието на корозията върху механичните свойства на стоманата е функция на полином от 9-та степен, със съответните частни коефициенти, чието определяне зависи от вида на стоманата и корозионната категория.

5. Приноси на дисертационния труд

- За първи път България е създадена методиката за ускорена корозия чрез която бяха изпитани механично стомана S355JR, и се получи резултати показващи възможността за практическо приложение и утилизация на стоманата с корозия.
- Чрез модернизиране на химичният метод за почистване на корозионни продукти бяха изпитани и намерени отделните части на работната диаграма на материал S355JR . Установява се, че могат да се повторено приложени в зависимост от степента на развитие на корозионното въздействие. Резултатите са докладвани на международни конференции и са публикувани в международни издания.
- За първи път в България са изследвани отделни области на корозирала строителна стомана S355JR.
- За първи път в България чрез сканираща електрона микроскопия е изследвана структурата стомана с корозия на S355JR след изпитване на опън и структурата на получената корозия.
- За първи път в България е уставен модален алгоритъм за изчисляване и прогнозиране на влиянието на корозията върху стоманата.
- За първи път в България са установени формули за изчисляване и прогнозиране на корозионното влияние върху механичните свойства на стомана S355JR съобразно корозионните категории.
- Получените изследвания чрез ускорена корозия върху стомана S355JR са полезни за прогнозиране на остатъчната годност на метални крепежи в подземното строителство.
- Разработена е методика за изчисляване и прогнозиране на якостта, относителната деформация и носимоспособността на корозирала строителна стомана във зависимост от корозионното въздействие във времето (като функция).
- Чрез получените изследвания се доказва, че могат да се използват корозирали стоманени крепежни елементи повторно, както и възможността за изчислително-практическото определяне на остатъчната експлоатационна годност.

6. До каква степен дисертационния труд и приносите са лично дело на докторанта

Считам, че основните приноси са лично дело на докторанта и той е основният изпълнител или главен организатор на това задълбочено и просторно изследване.

7. Оценка на публикациите по дисертацията

Докторантът е автор и съавтор на 7(седем) публикации по темата на дисертационния труд.

Една публикация е самостоятелна, останалите 6 бр. са в съавторство.

Основните резултати от дисертационния труд са докладвани на международна научна конференция и в международно списание.

Трудове са свързани с разработваната в дисертацията тема. Основен участник в публикациите е докторанта и приносите в тях са лично дело на докторанта.

На тази база може да се направи извода, че основната част от дисертационния труд е станала достояние на широката научна общност.

8. Автореферат

Авторефератът е написан съгласно изискванията на „Закона за развитие на академичния състав в република България“ и Правилника за неговото приложение. Той съдържа цели и задачи, използваните методи, получените основни резултати, изводи, заключения, приноси и списък с публикациите на докторанта.

9. Въпроси, забележки и препоръки

9.1. Критични бележки и препоръки

Публикациите на кандидата основно са в съавторство.

Отсъствието на математически анализ на някои от изследванията на кандидата може да се отчете също така като недостатък.

Не е овладял терминологията използва в дисертационния труд като използва определения „Строителна стомана“, „Конструктивна стомана“ .

Не е правилно подредена номерацията на цитираната библиография.

Посочените пропуски носят дискуссионен или технически характер и не намаляват стойността на резултатите, постигнати от маг. инж. Антонио Шопов

9.2 Препоръки

Кандидатът да има повече доклади в научни списания и издания в чужбина.

Кандидатът да има повече самостоятелни доклади.

В следващи трудове да се постарее да използва правилна терминология.

10. Заключение

Представената работа има необходимия обем и качество на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ и съответства на изискванията на „Закон за развитие на академичния състав“ в Република България и Правилника за неговото приложение.

Давам ПОЛОЖИТЕЛНА оценка на дисертационния труд и препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди на маг. инж. Антонио Шопов образователна и научна степен „доктор“ в област на висшето образование 5. „Технически науки“ професионално направление. 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“ по научната специалност “Подземно строителство”.

28.01.2022г.

Член на журито:

/доц. д-р инж. ик. В. Николова/