

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. Лена Анастасова Михова

член на научно жури съгласно Заповед № Р-912/06.12.2021г.
на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски“ на дисертационния труд на
маг. инж. Антонио Вилиянов Шопов на тема

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА КОРОЗИЯТА ВЪРХУ МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА СТРОИТЕЛНА СТОМАНА ЗА ПОДЗЕМНИ СЪОРЪЖЕНИЯ

Дисертационният труд е разработен в кат. „Подземни съоръжения“ на МГУ, с научен консултант проф. Валери Митков. Темата на труда е изключително актуална, защото макар корозията на стомана да е отдавна известно явление в техниката, изучаването на нейната роля да дискредитира механичните качества на стоманените конструкции има различни аспекти и изисква задълбочен анализ. Авторът е провел завиден обем експериментални изследвания, които са основна част от дисертационния труд. Това му е позволило да изведе значими резултати и зависимости за механичните свойства на строителна стомана S355JR, подложена на корозионно въздействие. За важността и високата стойност на експерименталните изследвания свидетелства и фактът, че материалите и постигнатите резултати от тях са публикувани в авторитетния *International Journal of Civil Engineering and Technology*, индексирани в Scopus.

В стилово отношение съдържанието на дисертацията е представено много добре, с правилна терминология, яснота на изказа и логика в направените обобщения и изводи.

СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Дисертационният труд е отпечатан на 156 стр. Съдържа увод, четири глави, представящи проведените изследвания, основни изводи, претенции за научни и научно-приложни приноси, библиография, включваща 110 заглавия, и 7 броя публикации на автора по темата, дадени като списък и като текст. Изследването е онагледено с помощта на богат графичен материал – графики на функции, схеми и снимки - общо 114 броя. Таблиците, представящи данни от изследванията в подходящ компактен вид, са 26 броя. В първа глава са представени основни концепции във връзка с механизма на процеса на корозия и влиянието на последната върху механичното поведение на стомана, като е направен многостранен обзор на научните изследвания в световен мащаб. Втора и трета глава съдържат експерименталните изследвания на

автора, а четвърта глава е посветена на въпроси от теоретичната интерпретация на процеса на корозия.

АНАЛИЗ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Глава 1. Дефинирани са видовете и категориите корозия в съответствие с достигнатото научно познание в тази област и залежалите постановки в нормативната база. Специално внимание е обърнато върху следното направление, което пряко касае темата на дисертацията – методите и тестовете за изкуствено причиняване на корозия и анализ на проведените по този начин експериментални изследвания, съобщени в литературните източници. Представена е технологията на прилагане на различни видове ускорена корозия на пробни тела, като корозия в среда на солена мъгла, цикличен корозионен тест, скрап тест, метод на потапяне в корозионен разтвор, електрохимична корозия. Разгледан е много важен за конструкциите вид корозия – корозия при наличие на напрежения от външни въздействия. Подробно са представени изследванията на редица автори, установили зависимости относно влиянието на корозията върху механичните свойства на различни видове стомана, както на базата на макроанализ, напр. извеждане и тълкуване на работната диаграма на материала, така и на базата на микроструктурен анализ. Дадени са и данни относно лабораторни и числени (по метод на крайните елементи) експерименти за поведението на корозирали конструктивни елементи, подложени както на натоварване от статични въздействия (натиск, опън, усукване, температура), така и на динамично натоварване. В тази глава са дефинирани възможните методи за математическо моделиране и прогнозиране на процеса на корозия. От направения литературен обзор е изведен изводът за отсъствие на данни за характеристики на конструкционна стомана S355JR при корозионно въздействие, което е дало основание на автора да насочи изследванията си конкретно в това направление.

Глава 2. В тази глава са специфицирани уредите и материалите за провеждане на лабораторни изследвания на пробни тела от стомана S355JR, подложени на корозия и впоследствие на механично въздействие. Дефинирани са етапите и съдържанието на провежданите експерименти. Прави впечатление, че освен стандартни изпитвания за механично поведение на материала, се извършват и изследвания на микрониво чрез микроскопски и спектърни анализи. Всички използвани материали и проведени изпитвания са съгласно хармонизираните у нас международни стандарти EN и ISO, което свидетелства за добро познаване от страна на автора на действащата уредба.

Глава 3. Тази глава изцяло е посветена на същинската експериментална работа в дисертацията и се явява ключова по отношение на научните търсения и приноси на докторанта. Проведени са изпитвания на опън на 116

бр. пробни тела, за които преди това е приложен метод на ускорена електрохимична корозия, и изпитвания на опън на 8 бр. пробни тела без корозия, с цел сравнителен анализ. Процесът на работа е описан и онагледен с богат снимков материал. Получени и обработени са работните диаграми (напрежение/деформация) на материала от изпитаните проби. Във всяка диаграма са определени четирите характерни зони на механично поведение – еластичност, провлачане, уякчаване и разрушаване. Обособени са 9 групи на изпитаните пробни тела, според изменението на геометрията им вследствие на различна степен на корозия. За всяка група е направена релация към 6-те корозионни категории (дефинирани в стандарта ISO 12944-2 за конструктивни елементи, подложени на атмосферна корозия), с необходимия период от време за реализиране на съответния ефект на загуба на маса. За 9-те групи подробно са анализирани характерните зони на работната диаграма и са направени оценки за важни механични параметри, като еластичен модул, дуктилност, якост на опън и граница на провлачане. Анализирани са микроструктурните наблюдения на повърхността на корозирало пробно тяло след механично въздействие и са направени заключения относно степента и характера на настъпилите деструкционни процеси.

Глава 4. Тази глава е посветена на теоретичното моделиране на процеса на корозия, с цел прогнозиране на неговото развитие, което за подземните конструкции в строителното и минното инженерство е от особена важност, поради високата корозионна агресивност на средата. Главата има преобладаващо концептуален характер – съдържа зависимости, алгоритми и блок-схеми на математически модели за описание на процесите на корозия и ефекта от тях. Конкретна математическа реализация е представена за деформацията при границата на провлачане и за якостта на опън, като на базата на резултатите от проведените експерименти са изведени функции във времето за всяка от 6-те корозионни категории, чрез прилагане на високостепенна полиномна апроксимация.

НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Приносите са причислени в девет точки. Приемам научните и научно-приложните приноси като формулировка и като лично постижение на докторанта, със забележката, че не е удачен изразът „за първи път в България“, употребен в някои от тях, тъй като направените изследвания имат принос и са важни не само за нашата страна. Последното се потвърждава от факта, че материали от дисертацията са приети и публикувани във високо оценени световни издания.

КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ И ПРЕПОРЪКИ

Изведените полиномни функции за относителната деформация и якостта на опън в глава 4 би трябвало да бъдат оптимизирани по отношение на участието на членове с висок степенен показател за аргумента (време), с цел да бъдат приложими за реални експлоатационни периоди на конструкциите. Освен това, много важно е да има изведена зависимост и за прогнозната редукция на коравината на елементите (като функция на Е-модула и загубата на маса) вследствие на корозия, тъй като това е основна величина при моделирането на механичната работа на конструктивните елементи.

Препоръчвам докторантът да продължи изследванията в областта на темата на дисертацията, като акцентира върху поведението във времето на реални инженерни конструкции в условията на агресивна по отношение на корозията среда.

АВТОРЕФЕРАТ И ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Авторефератът е с обем 52 стр. Той в необходимата степен представя същността и основните зависимости на проведените изследвания.

По темата на дисертацията са представени 7 бр. публикации – 6 бр. на английски език с един съавтор и една самостоятелна на български език. От тях 4 бр., както бе отбелязано в увода на рецензията, са публикувани в издание, индексирано Scopus, 1 бр. - в научно списание и 2 бр. - в сборници на международни научни конференции. Съдържанието на публикациите съответства на части от проведените изследвания в дисертацията. Те са с дължини от 6 до 10 стр., което е индикация за детайлност и пълнота на представянето.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С оглед на направените от моя страна анализ и оценка на дисертационния труд и материалите към него, убедено препоръчвам на уважаемото жури да присъди на **маг. инж. Антонио Вилиянов Шопов** образователната и научна степен **ДОКТОР** в професионално направление 5.7 „Архитектура, строителство и геодезия“, докторска програма „Подземно строителство“.

29.01.2022г.

Подпис:

(проф. Лена Михова)