

ПРЕПОРЪКИ ЗА ЗАЩИТА ОТ КОРОЗИЯ НА БЕТОННИ ПОВЪРХНОСТИ

Петя Генчева

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, p_gencheva@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Изследвана е корозия на бетонни повърхности в цех за биологично третиране на храни с изтекъл срок на годност на територията на ОП "Столично предприятие за третиране на отпадъци". Определени са основните корозионно-действащи агенти от отделените флуиди. Биологичния отпадък се доставят в цех за биологично третиране, като временно се съхранява в бетонови клетки в цеха, непосредствено преди поставянето им в шредера за последващо смилане и анаеробна обработка. В следствие на сезоните температурни амплитуди, биологичното разлагане и последващите гнилостни процеси на отпадъците се отделя различни по състав и свойства флуиди, които проникват в микропукнатините на бетона и предизвикват корозия. Препоръчани са мерки за мониторинг на процеса на корозия и са предложени покрития за защита на повърхностите съобразени с условията на експлоатацията. Получените резултати и предоставената научно-приложна информация ще подпомогнат оптимизиране на процесите и ще доведат до удължаване времето на експлоатация.

Ключови думи: корозия, цимент, методи за борба с корозия

RECOMMENDATIONS FOR CORROSION PROTECTION OF CONCRETE SURFACES

Petya Gencheva

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, p_gencheva@abv.bg

ABSTRACT. Examined the corrosion of concrete surfaces in a industrial unit for biological treatment of food with expired of date within the „Municipal enterprise for waste treatment“. Defined are the main corrosion-active agents in separate fluids. Biological waste is delivered in a factory for biological treatment by temporarily stored in concrete area at the plant immediately before placing them in the shredder for subsequent grinding and anaerobic treatment. As a result of seasonal temperature amplitudes, biological decomposition and the subsequent decay of the waste is separated different in composition and properties of fluids which penetrate into the microcracks of the concrete and cause of corrosion. Measures have been recommended for monitoring the process of corrosion and coatings are proposed to protect surfaces comply with conditions of operation. The results provide scientific and applied information will help optimize processes and will extend the time of operation.

Key words: corrosion, concrete, methods to combat corrosion

Въведение

Бетонът е композитен строителен материал, получен в резултат от втвърдяването на смес от цимент, вода и пясък, едър добавъчен материал (трошен камък и речен чакъл), а в някои случаи химични и/или минерални добавки. Преди втвърдяването си материалът се нарича бетонова смес. Цимента е свързващо вещество, като масово използван в практиката е портландцимент. Класификацията и техническите изисквания към портландцимента са разгледани в БДС EN 197-1. Антикорозионният ефект върху армиращата стомана се определя от високата алкалност на бетона (pH 12-13,5). Тази високо алкална среда допринася за формирането на слой, който предпазва арматурата от корозия. С течение на времето бетонът се втвърдява и в него протича процес на карбонизация, при което конструкциите стават все по податливи на корозия.

В цеха за биологично третиране, преди обработка на биологичния отпадък, същия временно се съхранява в бетонни ниши фиг.1. В зависимост от вида и степента на настъпилите биологични промени в биологичния отпадък, от него се отделя инфилтрат, които се разлива по

бетонната повърхност и посредством наклони се отвежда до дренажните системи.



Фиг. 1 Бетонна ниша за временно съхранение на храни с изтекъл срок на годност.

Корозията на бетона Фиг.2. в цеха за биологично третиране на отпадъци е предизвикана от физични, химични и биологични фактори. Физическата корозия на бетона е предизвикана от сезоните температурни амплитуди, повишена влажност на въздуха и от механични увреждания (абразия), следствие от динамични често променящи се натоварвания при предвижване на

тежкотоварна техника в цеха. Температурните колебания предизвикват промяна в плътността и устойчивостта на бетона, едновременно с това агресивния флуид прониква в микропукнатините на бетонната повърхност и създават среда за бързо развиваща се корозия. Химичната и биологична корозия на бетона е следствие на агресивното действие на различни по състава си флуиди от биологичния отпадък (предимно храни с изтекъл срок на годност), чийто състав варира в широки граници. За точното определяне на причини на корозия е необходимо да се направи анализ на химичния състав на отделящия се инфилтрат, като и да се определи вида на бактериите в храните и взаимодействието им с бетона.



Фиг. 2. Бетонна повърхност в стадий на обща корозия.

Образуването на пукнатини създава възможност на инфилтратата да проникне надълбоко във вече повредена повърхност. Тези разрушения възпрепятстват доброто почистване на повърхностите, а с засилване на процеса на корозия ще затрудни придвижването и работата на машините и персонала в цеха.

Класификация на агресивната среда

Газова агресивна среда

Агресивната среда се обуславя от съдържанието, вида и концентрацията на агресивни газове, като въглероден и серен диоксид, сероводород, азотни окиси. Степента на агресивност на газовата среда зависи и от разтворимостта на газа, относителната влажност и температурата на средата. Характерно е, че всички указани агресивни газове при разтваряне във вода образуват киселини. Водата, в която се разтваря газа, може да бъде атмосферна или кондензна - образувана по повърхността, респективно в порите на материала. От нейното количество и от разтворимостта на газа се определя и концентрацията на киселината, вследствие на което армировката се депасивира и е склонна към корозия при $pH < 11.8$.

Течна агресивна среда

Течните агресивни среди са най-благоприятни за корозионните процеси, тъй като те настъпват при обменни реакции с наличието на течна фаза, която същевременно благоприятства процеса на разтваряне и извличане на разтворимите корозионни продукти. Агресивността на неорганичната течна среда спрямо бетона се определя от бикарбонатна алкалност, водороден показател (pH) на средата, съдържание на въглена киселина, амониеви соли, сулфати, алкални основи и сумарно съдържание от тях, публикувано от М. Панайотова (2007). Степента на агресивност на течните среди върху бетона зависи от вида и стойността на агресивния показател, от вида и плътността на бетона, от температурата, и от продължителността на въздействие.

Твърди агресивна среда

Степента на агресивност на твърди среди (соли, аерозоли, прах) при бетона зависи от техния вид, дисперсност, хигроскопичност, разтворимост във вода и от относителната влажност на въздуха. При равни други условия степента на агресивност нараства с увеличение на дисперсността, хигроскопичността, разтворимостта и относителната влажност на въздуха. Спрямо бетона агресивни са солите, съдържащи сулфати ($MgSO_4$, $FeSO_4$ и др.), хлориди ($NaCl$, $MgCl_2$ и др.), нитрати и нитрити ($NaNO_3$, $NaNO_2$), карбонати на алкални метали ($NaCO_3$, K_2CO_3), основите на натрия и калия ($NaOH$, KOH).

Гнилоствни процеси

Процес на разграждане на продукти под действието на гнилоствни микроорганизми, които са нормални обитатели на храносмилателната микрофлора, които биват аеробни и анаеробни, в зависимост от отношението им към кислорода. Важен фактор за настъпване на гниене има влажността. При стойности над 75% се подпомага размножаването, разпространението и проникването на микроорганизмите в отпадъка. Бактерии играят важна роля в биоразграждането и действат увреждащо на строителни материали *M. Diercks* и сътрудници (1991). Най-вероятното присъствие на *thiobacilli* бактерии е причина за появата на корозия на бетона, вследствие дейността на бактериите се отделят сярна киселина, която разгражда свързващия материал. Микроорганизмите са в състояние да метаболизират неорганични вещества като амоняк и NO от замърсяването на въздуха. Нитрифициращите организми, отделя азотна киселина вследствие на метаболитен процес и причиняват силна корозия.

С цел предприемане на адекватни мерки за защита е необходимо не само да се оцени видът на корозията, но и да определи степента на корозионното разрушаване чрез корозионните показатели.

Корозионни показатели

Величините, по които съдим за скоростта на корозия или за степента на корозионно разрушаване, се наричат корозионни показатели, като чрез тях се прави оценка и на корозионната устойчивост на материалите при определени условия на средата.

Корозионните показатели се разделят на две групи: качествени и количествени.

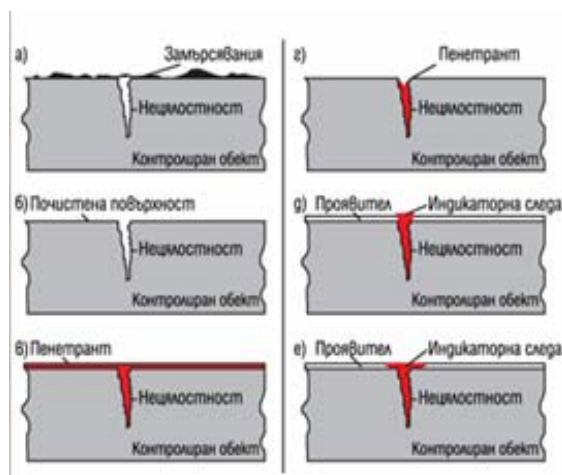
Качествените корозионни показатели са свързани с наблюдения на външния вид на обекта и/или за изменения в корозионната среда. Провеждат се визуални и/или микроскопски изследвания за установяване на характера на корозионното разрушаване (язви, петна, пукнатини, интеркристална корозия и т.н.). Може да се използват цветни индикатори за откриване на корозионни продукти и пукнатини. В случая за определяне наличието на пукнатини в бетонната повърхност се препоръчва мониторинг чрез пенетранти.

Количествените корозионни показатели като тегловен и дълбочинен в случая са неприложими.

Чрез пенетранти може да се определи и броят на корозионните поражения (язви, точки), възникнали за определено време на единица повърхност от бетона. Изследването не може да послужи за определяне на дълбочината, както е изследвано от Р. Касъров (2013).

Аерозолите за безразрушително изпитване (т.нар. пенетранти) се използват за идентифициране на пукнатини и един от успешно прилаганите безразрушителните методи за технологичен контрол фиг. 3. наречен е още капиларен метод.

Чрез него се откриват повърхностни и проходни нецялостности (дефекти) в различни обекти от метали и неметали. Особено ефективен е при технологичен контрол на заварени съединения и различни метални конструкции и съоръжения.



Фиг.3. Капиларен метод за безразрушителен контрол.

Широко се използва в практиката е цветният метод поради относително опростените изисквания за неговото приложение. Технологичен процес следва определен брой операции, показани на фиг. 3: почистване повърхността на контролирания обект (фиг. 3 б); нанасяне на проникващата (дифузна) течност – пенетрант (фиг. 3 в); почистване на контролираната повърхност от излишното количество пенетрант след определен период от време (фиг. 3 г); нанасяне на проявител върху изследваната повърхност (фиг. 3 д); оглед за наличие на индикации от повърхностни несъвършенства; регистриране на откритите индикации след определен период от време (фиг. 3 е).

Задължително е изследваните повърхнини да се подложат на механично или химично почистване от замърсявания, които значително могат да повлияят върху резултатите от изследването и контрола. Почистената повърхнина се покрива с пенетрант чрез обливане или напръскване, така че да бъде омокрана добре. Колкото е по-тънък слойт пенетрант, толкова по-пълно е това омокряне. Необходимо е да се определи времето за проникване в нецялостностите, което пряко зависи от температурата на изследвания обект. То е най-голямо при долната граница на приложимост на метода (10°C) и най-малко при горната граница – около 50 °C.

Като краен етап от капиларния метод е възможно документиране на резултатите чрез фотографски снимки или сваляне на отпечатък върху специални ленти. Резултатите могат да послужат за оценяване качеството на съответния обект и контрол на неговата експлоатационна пригодност.

Към основните предимства на метода могат да се изброят лесното му приложение и високата му чувствителност към всички нецялостности с излаз на повърхността (пукнатини, газови пори, кратери и др.), универсалност по отношение различните физични особености на обектите при използване пенетранти и проявители под формата на спрей или пулверизатори, важно предимство са и относително евтините консумативи.

За условията на цеха за биологично третиране на отпадъци е препоръчително да се направи обследване с пенетрант за да се установи характерът на корозионните разрушения. Не е необходимо изследване на бактериите, тъй като повечето съвременни облицовки, които се предлагат от производителите, осигуряват пълна протекция срещу тях.

Антикорозионна защита

За предотвратяване процеса на корозия в съответствие с условията в цеха за биологично третиране на отпадъци се препоръчват спазване на БДС 9075 за антикорозионна защита. Използването и прилагането на защитата за бетонни системи в Германия са регулирани чрез "Защита и възстановяване на бетонни конструкции" публикувани от Немския комитет за стоманобетона (DAfStb). Актуални стандарти регламентиращи системи за защита на повърхността на бетон са DIN EN 1504-2 на продукти: 2005-01, а в Германия със стандарт DIN V 18 026.

Таблица 1.

Антикорозионна защита на конструкции на сгради и съоръжения

Степен на агресивното въздействие на средата, съгласно БДС 9075	Вид на защитата на подземните конструкции
Слабоагресивна	Мазана хидроизолация от битумни или битумнокаучукови материали
Средноагресивна	Лепена листова хидроизолация от битумни материали със защитна стена от тухли на циментопясъчен разтвор с дебелина 1/4 тухла Шпакловка от епоксиднокатранен кит
Силноагресивна	Лепена листова хидроизолация от битумни материали със защитна стена от тухли на битумен кит с дебелина 1/2 тухла Лепена листова хидроизолация от полимерни материали (полиизо-бутилен, поливинил хлорид) със защитна стена от тухли на циментопясъчен разтвор с дебелина 1/2 тухла.

Проектирането на подовите на промишлените сгради, предназначени за експлоатация в агресивни среди, се извършва в зависимост от степента на агресивност на средата и от някои особени изисквания на експлоатацията за механична якост, безискровост и др, проектирането на подовите трябва да се извърши по специални указания. При проектиране на вътрешни подови настилки върху терена, между бетонната основа на пода и почвата да се предвиди поставянето на химически устойчива

хидроизолация, която да предпазва почвата от въздействието на агресивните технологични течности, които е възможно да проникнат през пода и да замърсят почвата и налични подпочвени води. Подовете, които са изложени на действието на агресивни среди, трябва да имат наклон по-голям 2% към канали, събирателни шахти и сифони на отточната инсталация. За оформяване на наклона на подовете в проекта трябва да се предвижда изпълнение на изравняващ пласт от дребнозърнест бетон със средна дебелина 60 mm. Ръбовете между пода и стените, колоните и фундаментите под машини и апарати трябва да се заоблят с радиус в mm. Фундаментите под машини, апарати и первази около стените и колоните с височина най-малко 300 mm се защитават със същите изолации както подовете. Видът на хидроизолацията на пода се определя в зависимост от степента на агресивното въздействие на течните среди и интензивността на тяхното въздействие:

- при малка интензивност и слаба степен на агресивно въздействие трябва да се предвижда мазана хидроизолация от битумни и полимерни китове;

- при средна и голяма интензивност на въздействие на слабоагресивни течни среди или при малка интензивност на въздействие на средно - и силноагресивни течни среди трябва да се предвижда листовата хидроизолация от битумни или полимерни листови материали (1-2 пласта);

- при голяма интензивност на въздействие на силноагресивни течни среди трябва да се предвижда хидроизолация от полимерни листови материали с увеличен брой на пластове в сравнение с броя на пластове, указан в горестоящия абзац. Изборът на материали за подовите изолации (настилки и покрития) трябва да се извършва в съответствие с таблица 1.

Химична утойчивост на битумните материали

Битумните материали намират важно приложение в химическата промишленост и строителството. Битумите представляват сложни смеси от високомолекулни въглеродороди и техни производни във вискозно-течно или твърдо състояние. По произход битумите са природни или изкуствени продукти, получени главно при преработката на нефт. Химичният състав на природните битуми зависи от условията на образуването им, а на изкуствените - от състава на изходните нефтопродукти и технологията на тяхната преработка. За подобряване на физико-механичните показатели на битумите се добавят пластификатори (колофон, синтетичен каучук, полимери и др.) и минерални пълнители (прах от шамот, графит, кварц, андезит, варовик, азбест и др.). По този начин се повишава пластичността, устойчивост при температурни промени и механични натоварвания.

В антикорозионната практика битумите намират приложение главно като лаковобояджийски материали, различни битумни композиции, рулонни и лентови изолационни материали. Битумните композиции и рулонните материали (на картонена или платнена основа) се използват като самостоятелно покритие за хидроизолация и защита на метални и бетонни съоръжения от слабоагресивни среди. Особен интерес за антикорозионната практика представляват битумно-каучуковите смеси, които имат по-добри физико-механични

свойства и химична устойчивост в сравнение с чисто битумните композиции.

Въз основа на направения преглед на свойствата на известните изолации са потърсени техните аналози на пазара. Материал за изолиране на бетона може да се предложи според характеристики и цена. Хидрофобно импрегниране за защита на бетон, като почти напълно предотвратява проникването на влага и агресивни агенти под повърхността на покритието.

Препоръки за настилки на циментов под

Основното предназначение на всички покрития нанесени върху бетонните повърхности е да създадат хидрофобна повърхност, която да предпази бетона ефективно и дълготрайно от агресивното влияние на корозионно действащите агенти.

Саморазливни подови настилки

Настилките са двукомпонентни финишни полимерни системи на база смоли, оцветители, втвърдители, грунд, кварцови и др. пълнители. Предназначени са защита от корозия и механични натоварвания (малки, средни, високи) на различни бетонни, циментови и керамични повърхности. Базиран на различни видове смолни системи и пълнители тези настилки на практика имат неограничено приложение, както за различните нужди на индустрията, така също и за нуждите на гражданското и битово строителство — търговски, офис сгради, шоуруми, гаражи, апартаменти и др. Поради липсата на фуги саморазливните настилки са изключително подходящи за нуждите на хранително вкусовата индустрия (производствени цехове, складове), фармацевтичната индустрия, болнични заведения, и места където е необходима безупречна хигиена и лесно поддържане на настилките.

Видове саморазливни подови настилки:

Епоксидни

Може би едни от най добре познатите и често използвани подови системи за индустриална и битова употреба, както и за изпълнение на декоративни подове. Предназначени са за употреба на закрито.

Полиестерни

Полиестерните подови покрития са предназначени основно за индустриално приложение. Притежават високи якостни показатели, устойчивост към киселини и разтворители, не са подходящи за алкални среди.

Винил-естерни

Винил-естерните подови покрития са вид или под вид на полиестерните. Характеризират се с висока устойчивост към киселини и основи, устойчивост на корозия, високи якостни показатели, UV устойчивост.

Акрилатни

Акрилатните подови покрития се характеризират с висока устойчивост на атмосферни въздействия, UV устойчивост, кратко време за препокриване и въвеждане в експлоатация.

Тънкослойни подови покрития

Тънкослойните покрития представляват двукомпонентни смолни системи предназначени за полагане върху гладки бетонни повърхности. Прилагат се като финални покрития на подземни гаражи, халета, складове, офиси др, като се предлагат в богата цветова гама и различно ниво на гладкост. Настилките притежават висока степен на износоустойчивост, дълъг експлоатационен живот, висока химическа устойчивост към почистващи препарати, различни химикали, киселини, основи, петролни продукти, и др. Към групата на настилки на основата на епоксидна смола на българския пазар са Sika-EpoCem и Sikagard-62, епоксид кит, CHEMI TECH U.S.R и DUROFLOOR.

Sikagard-62 може да се полага върху бетон, камък, циментови разтвори и шпакловки, епоксидциментни състави (Sika-EpoCem), епоксидни замазки и стомана, също се прилага при защитна облицовката и създават антикорозионно покритие на цистерни, силози, прилага се в предприятия от хранително-вкусовата промишленост, пречиствателни станции, селскостопански предприятия, химични и фармацевтични предприятия, бутилиращи предприятия и др.

Sikagard-63 N е двукомпонентно защитно покритие на базата на епоксидна смола, със 100% съдържание на сухо вещество (съгласно метод за изпитване на "Deutsche Bauchemie") абразивно устойчиво универсално покритие с много добра химична и механична устойчивост. Може да се полага върху бетон, циментови замазки и шпакловки, епоксидни замазки (включително Sika-EpoCem), стомана и алуминий за защита на облицовка на цистерни, силози и корита. Прилага се като антикорозионно покритие за предприятия от хранително-вкусовата промишленост, пречиствателни станции, селскостопански предприятия, химични и фармацевтични предприятия, бутилиращи предприятия и др.

ЕПОКСИ КИТ - двукомпонентен. Предназначен е за поправка на бетонови повърхности, повредени от тежки химични, механични или атмосферни условия на работа. Изравнява и защитава бетоновата повърхност, не се свива в процеса на втвърдяване. Подходящ за употреба върху хоризонтални и вертикални повърхности. Употребява се в комбинация с втвърдител за епоксидна смола 5 – 6 %.

ЕПОКСИДЕН ГРУНД ЕП-0710 (БЕЗ РАЗТВОРИТЕЛИ) двукомпонентен грунд (изпитан от акредитирана лаборатория "Строителна химия и изолации" към ИЦС-НИСИ-ЕООД, протокол №731-3-238/23.09.2008 г.)

Предназначен е за грундиране на плътни, сухи (под 4 % влага) основи, като запълва, заздравява, подобрява сцепящата способност на стари и нови плътни основи (бетонови, циментови, мозаечни и други) преди нанасяне на епоксидни покрития. Подходящ за безцветно запечатване на бетонови повърхности, без склонност към пожълтяване. Защитава новите бетонови подове от замърсяване по време на монтаж на оборудване. Притежава отлично сцепление с основата, създава здравина, химическа устойчивост, механична стабилност.

Епоксидният грунд ЕП – 0710 е подходящ синтетичен разтвор за напълване с кварцов пясък (чист, сух, накален с фракция 0,1 – 0,6 mm) в тегловно съотношение (1,5–2): 10. С приготвения разтвор се запълват пори, пукнатини и се

заглаждат неравности по бетоновата повърхност. Употребява се в комбинация с Епоксиден втвърдител Н-3 в тегловно (обемно) съотношение 2 : 1.

Двукомпонентно саморазливно епоксидно подово покритие DUROFLOOR е цветна 2-компонентна епоксидна система. Осигурява висока якост и устойчивост на абразия. Устойчива е на органични и неорганични киселини, петролни продукти, отпадъци, морска вода и много разтворители. Устойчива е на температури от -30 °C до +100 °C в условията на сухи технологични процеси и над +60 °C при мокри. Категоризира се като SR-B2,0-AR0,5-IR4 според стандарт EN 13813. DUROFLOOR се използва като саморазливно покритие върху циментови подове, където е необходима висока механична или химична устойчивост. Подходящ е за промишлени цехове, складове, супермаркети, лаборатории, гаражи, хотели, газ станции, места с тежък трафик и др. Подходящ е за повърхности, които ще имат пряк контакт с храни, според изискванията на ISO 8467.

Въз основа на битумно-каучуков материал се предлага настилката Аквабит, е едно или двукомпонентна битумно-каучукова изолация, която е готова за употреба. Тя е студено полагаща се и е с отлична адхезия към почти всички видове строителни материали. Подходящ за хидроизолация на нови покриви и ремонт на стари покриви на битумна основа, осигурява антикорозионна защита на тръби и цистерни, трайно положени в земята. Подходяща изолация за помещения подложени на висока влажност-основи на сгради, мокри помещения, стени;

Хидроизолация на всички видове етернитови и ламаринени покриви, подходяща при сложен релеф. Създава отлична адхезия към почти всички строителни материали (етернитови повърхности, дървена, бетонна, тухлена, метална). Осигурява еластична мембрана с висока здравина на разкъсване и гаранция над 10 години. Екологично чист продукт и е безопасен за работа. Характеризира се с висока ефективност при полагане, като осигурява устойчива мембрана за предпазване от вредните UV лъчи. При полагане на двукомпонентен Аквабит 2 (с пистолет), се постига моментална полимеризация и "вулканизация" на мембраната.

Хидроизолационно защитно покритие Акрофлекс 2К PU е на основата на полиуретан. Служи за антикорозионна и хидроизолационна защита на метални конструкции и покриви. Полага се и като износоустойчиво и химикоустойчиво покритие за бетонни подове. По изградената повърхност могат да се движат автомобили, мотокари и др. без да нарушават цялостта и здравината на покритието. Притежава отлична адхезия към разнородни строителни материали и създава отлична UV защита.

За надежна защита на повърхността се следи за спазването на дебелина на покривни слоеве, вид на прилаганите на покривни материали. Изборът на подходящ материал ще се определи по икономически показатели, като материала избран за покритие, е пряка зависимост с условията при които ще се третира покритието, като важно условие е осигуряване на добро сцепление между бетон и покритието и между различните слоеве. Дебелината на покритието основно влияе върху трайността и свойства на системата за защита на повърхността.

Литература

- Diercks M., Sand W., Bock E., Microbial corrosion of concrete 15 June 1991, *Cellular and Molecular Life Sciences*, ISSN: 1420-682X(Print), 1420-9071(Online), Volume 47, Issue 6, p 514-516.
- Панайотова. М, Корозия и защита от корозия в строителството, учебник и ръководство, 2007, МГУ-София.
- Касъров Р., *Капилярен метод за безразрушителен контрол*. Инженеринг ревю, №8, 2013.
<http://pandia.org/text/78/415/85651.php>

Статията е рецензирана от доц. Иван Каназирски и препоръчана за публикуване от кат. "Химия".