

[6] В.И. Колчунов, И.А. Яковенко, Н.В. Усенко, К образованию наклонных трещин последующих уровней в железобетонных составных конструкциях. Галузеве машинобудування, будівництво). 4 (39) (2013) 140-149.

PECULIAR ASPECTS OF CRACKING IN PRESTRESSED REINFORCED CONCRETE T-BEAMS

Submitted are results of experimental tests of the prestressed reinforced concrete T-beam structures presented as the derived mathematical models of bending moments and transverse forces that cause normal cracks within the pure bending and inclined cracks in the support zones of the tested samples. Peculiar aspects of formation and development of said cracks depending on the external loading have been established and described. Combined action of the variable design factors, taken in combination and in their interaction, on the considered parameters has been analysed.

УДК 621.9.048

ОЦЕНКА ГИДРОАБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ, СФОРМИРОВАННЫМИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИМИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

**Тарельник В.Б., д.т.н., проф.,
Коноплянченко Е.В., к.т.н., доц., Саржанов Б.А., асп.**

Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы

Гапонова О.П., к.т.н., доц.

Сумский государственный университет, г. Сумы

Введение. Поверхность любого устройства, взаимодействующая с гидросмесями со значительным количеством твердых частиц, нуждается в эффективной защите от абразива. Например, винтовые поверхности шнеков центрифуг, рабочие колеса и направляющие аппараты центробежных насосов подвергаются гидроабразивному износу [1].

Для решения этих задач предусматривается улучшение качества ремонта за счет внедрения современных экологически безопасных технологий упрочнения и восстановления деталей, ресурс которых должен быть значительно выше, благодаря использованию эффективных способов достижения требуемых свойств их восстановленных поверхностей.

Постановка проблемы. Анализ основных достижений и публикаций. Важным направлением экологизации промышленного производства в нашей стране является экологическая модернизация

производства, предусматривающая ее технико-технологической основы путем прехода на ресурсосберегающие и малоотходные технологии. Под ресурсосберегающей технологией в данном случае понимается такой технологический процесс, который отличается от традиционных технологий значительно меньшим расходом сырья и энергии. Для малоотходных технологий главным является переход на замкнутые технологические циклы, в какой-то мере воспроизводящие природные, что позволяет получить минимум твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов [2].

К традиционным методам восстановления изношенных поверхностей деталей относятся: гальваническое производство, плазменное и пламенное напыление, наплавка, сварка и др. Из всех сточных вод предприятий машиностроения в качестве наиболее экологически опасных определяются сточные воды гальванических цехов [3].

К недостаткам плазменного напыления следует отнести: невысокие значения коэффициента использования энергии: при проволочном напылении $\eta_n = 0,02-0,18$, при порошковом $\eta_n = 0,001-0,02$; наличие пористости и других видов несплошностей (2-15%); невысокая адгезионная и когезионная прочность покрытия; высокий уровень шума при ведении процесса (60-120дБ) [4].

Согласно [5] газосварочное оборудование является взрывоопасным и требует строгого соблюдения мер безопасности. Для проведения сварочных работ на предприятиях применяется MIG/MAG сварка. Это полуавтоматическая сварка в среде защитного газа — наиболее универсальный и распространенный в промышленности метод сварки. Применение этой сварки сопровождается рядом экологических проблем: образования фотохимических реакций в воздухе, биологически активных веществ и аэрозолей неокисленных металлов.

При выполнении наплавки (сварки плавлением) и сварки на работающих могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы к которым относятся: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенный уровень ультрафиолетовой, и инфракрасной радиации; повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; недостаточная освещенность рабочей зоны; опасность поражения электрическим током; искры, брызги, выброс расплавленного металла и шлака. В зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы оксиды различных материалов, и другие соединения, а также токсичные газы [6].

В последние годы, для повышения качества поверхностных слоев деталей машин, все большую значимость приобретает метод электроискрового легирования (ЭИЛ) – процесс перенесения материала на поверхность изделия искровым электрическим разрядом [7,8]. Его специфическими особенностями, которые привлекают технологов, являются:

экологическая и техногенная безопасность, локальность действия, малая затрата энергии, отсутствие объемного нагрева материала, прочное соединение нанесенного материала с основой, простота автоматизации, возможность сочетания операций. Используя различные электродные материалы методом ЭИЛ можно проводить процессы, альтернативные ХТО, но со значительно меньшими затратами. Так, используя графитовый электрод и насыщая поверхность детали углеродом можно осуществлять процесс цементации, ЭИЛ алюминиевым электродом – процесс алитирования и др. [9].

Анализ хозяйственной деятельности очистных сооружений показал, что одной из наиболее существенных проблем, возникающих при обработке бытовых и производственных сточных вод, является поддержание в рабочем состоянии осадительно горизонтально-шнековых (ОГШ) центрифуг, срок эксплуатации которых лимитируется шнеком, который существенно изнашивается через 1,5 - 3 тыс. ч, стоимость которого составляет 30 % стоимости центрифуги.

С целью совершенствования технологии ремонта винтовых поверхностей шнеков, предложен экологически безопасный способ изготовления деталей из нержавеющей стали 12Х18Н10Т с толстослойным комбинированным электроискровым покрытием (КЕИП) на изнашиваемых плоских и / или криволинейных поверхностях.

Необходимо отметить, что в результате цементации и последующей локальной термической обработки сталей 65Г, 40Х и 30Х13 методом ЭИЛ происходит значительное повышение твердости поверхностного слоя. В результате вышеперечисленных процессов, происходящих при ЭИЛ, можно достичь твердости до 72 HRC на поверхности, подвергаемой ЭИЛ, и до 69 HRC на обратной стороне тонкой листовой заготовки.

Методика исследований. С целью оценки гидроабразивной износостойкости образцов из нержавеющей стали 12Х18Н10Т с различными покрытиями и сталей 65Г, 40Х и 30Х13 после ЦЭИЛ, применяемых для изготовления сегментов для ремонта винтов шнеков центрифуг типа ОГШ, определяли интегральный износ по потере массы образцов через каждые 8 часов испытаний.

Для проведения испытаний образцов на гидроабразивную износостойкость была разработана конструкция и изготовлена опытная установка (рис. 1, а). В качестве абразивного материала использовалась водная смесь песка с размером частиц 0,1- 0,5 мм (рис. 1, б) и концентрацией 100 и 50 г/л, соответственно, для образцов из стали 12Х18Н10Т и сталей 65Г, 40Х и 30Х13. Исследования проводились на протяжении 24 часов.

Образцы фиксировались на диске с помощью держателей (рис. 1, в,г). Крепления держателя к диску позволяет изменять угол встречи образца

абразивом. В процессе испытаний образцы, закрепленные под углом 45° , вращались со скоростью 120 об/мин.

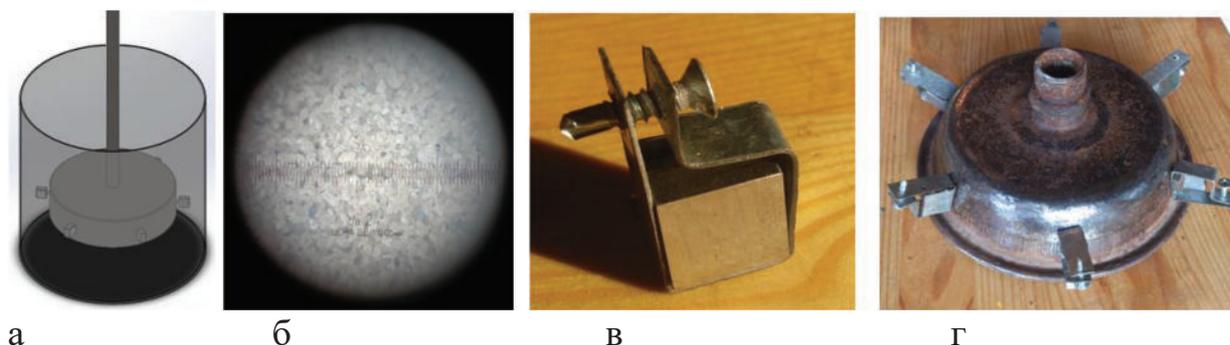


Рис. 1: а - схема установки для испытаний образцов на гидроабразивную износостойкость; б - размер частиц песка; в - фиксация образцов на диске;

г - размещение держателей на диске.

Результаты исследований

Оценка гидроабразивной износостойкости образцов из стали 12X18H10T с защитными покрытиями.

Наилучшие результаты по гидроабразивной износостойкости показали образцы с толстослойным покрытием, сформированным по интегрированной технологии в последовательности: ЦЭИЛ → ЭИЛА1 → ЭИЛТ15К6 → ППД → МПМ (армированный ВК6) → ПД. Незначительно больше (~ на 10 и на 15%) износ образцов с покрытием нанесенным, соответственно, в последовательности: ЭИЛТ15К6 ($W_p = 0,55$ Дж) → ЭИ Т15К6 ($W_p = 0,90$ Дж) → МПМ → ЛО и сформированным по традиционной технологии наплавкой стеллита.

Образцы после лазерной обработки (ЛО) показали более высокие результаты, граничащие с показателями гидроабразивной износостойкости образцов с покрытием из наплавленного стеллита и толстослойных покрытий, сформированных по интегрированной технологии в последовательности: ЦЭИЛ → ЭИЛА1 → ЭИЛТ15К6 → ППД → МПМ (армированный ВК6) → ПД. Наилучшие результаты последнего покрытия объясняются массивным слоем из твердого сплава Т15К6, подвергнутого ППД обкаткой шариком и ПД.

Оценка гидроабразивной износостойкости образцов из сталей 65Г, 30X13 и 40X, упрочненных методом ЦЭИЛ.

Гидроабразивный износ образцов из сталей 65Г, 30X13 и 40X, упрочненных методом ЦЭИЛ, определялся по методике, как и для стали 12X18H10T с защитными покрытиями, только с меньшей концентрацией абразива. В результате проведенных исследований установлено, что наиболее интенсивно изнашиваются образцы из стали 40X, причем у образцов закаленных в масле износ меньше. Наилучшие результаты по

гидроабразивной износостойкости показали образцы из стали 65Г и 30Х13, закаленные в масле.

Заключение

Таким образом, в результате исследований образцов стали 12Х18Н10Т с различными покрытиями на гидроабразивный износ в течение 24 ч, регистрируемый по потере веса установлено, что износостойкость покрытия, сформированного в последовательности: ЦЭИЛ → ЭИЛА1 → ЭИЛТ15К6 → ППД → МПМ (армированный ВК6) → ПД соответственно, в 8,18; 5,45; 1,55; 1,15; и 1,10 раза больше образцов без покрытия; ЭИЛТ15К6 ($W_p = 0,55$ и $0,90$ Дж); ЭИЛТ15К6 ($W_p = 0,55$ и $0,90$ Дж) + МПМ; наплавка стеллита; ЭИЛТ15К6 ($W_p = 0,55$ и $0,90$ Дж) → МПМ → ЛО.

Установлено, что гидроабразивная износостойкость образцов из стали 65Г, закаленных в масле, соответственно, в 2,8; 2,2; 1,4; 1,2 и 1,1 раз выше чем у образцов из стали 30Х13, закаленных в масле; 65Г, закаленных на воздухе; 30Х13, закаленных на воздухе; 40Х, закаленных в масле и 40Х, закаленных на воздухе. К практическому применению рекомендуются образцы из стали 65Г и 30Х13, закаленные в масле.

[1] A.S. Mandryka, Investigation of the Wear of the Free-Vortex Pump Flow Part, J. News of SumGU. Iss. Tech. Sc., 1 (2013) 5-8.

[2] M.N. Ignatiev, L.A. Mochalova, Environmentalization of Industrial Production: Areas of Tools, J. Economics of the region, 1 (2008) 154 - 166.

[9] E.B. Koroleva, O.N. Zhigiley, et al. The Best Available Technology: Experience and Prospects, Ecoprofi, St.Petersburg, 2011.

[4] Information on <http://weldzone.info/technology/gas-sputtering/811-plazmennoe-napylenie>

[5] Information on <http://electrowelder.ru/index.php/news/49-cvat-texn/926-ecological-problems-of-mig-mag-welding.html>

[6] V.V. Yeltsov, Development of a Process Flow Process for the Restoration of Machine Parts by Welding, Publishing house of TSU, Tolyatti, 2013.

[7] V.V. Mikhailov, A.E. Gitlevich, A.D. Verkhoturov, et al., Electrospark alloying of titanium and its alloys: The physical, technological, and practical aspects. Part I. The peculiarities of the mass transfer and the structural and phase transformations in the surface layers and their wear and heat resistance, J. Surf. Engin. Appl. Electrochem., 49 (2013) 373–395.

[8] V. B. Tarel'nyk, O. P. Gaponova, I. V. Konoplianchenko, V. A. Herasymenko, N. S. Evtushenko, The Analysis of a Structural State of Surface Layer after Electroerosive Alloying. I. Features of Formation of Electroerosive Coatings on Steel 45, Metallofiz. Noveishie Tekhnol., 40 (2018) 235–254. <https://doi.org/10.15407/mfint.40.02.0235>

[9] V.B. Tarel'nik, et al., Electrospark Graphite Alloying of Steel Surfaces: Technology, Properties, and Application, J. Surf. Engin. Appl. Electrochem., 54 (2018) 147-156. <https://doi.org/10.3103/S106837551802014X>

ASSESSMENT OF HYDROABRASIVE WEAR RESISTANCE OF CONSTRUCTION MATERIALS WITH FUNCTIONAL COATINGS, WHICH ARE FORMED BY RESOURCE-SAVING AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGIES

The work presented in this paper is devoted to the formation of thick-layer wear-resistant coatings by technologies based on electrospark alloying, an example of essential components hardening for the heavy-duty processing equipment operating under hydroabrasive wear conditions. The aim of the paper is to improve the manufacturing and repairing technologies for the helical surfaces of the screws made of 65Г, 30Х13 and 40Х steels and corrosion-resistant stainless steel 12Х18Н10Т. The above aim has been achieved owing to applying the new environmentally friendly technologies for the formation of the surface layers, and also due to the choice of the surface layers that are most resistant against hydroabrasive wear, which choice being provided for by conducting the comparative tests on the samples made of the above said steel grades and strengthened in various ways. The analysis results of the hydroabrasive wear resistance of the samples made of steel and provided with protective coatings is presented.

УДК 666.972

ПРИЧИНИ РУЙНУВАННЯ ДОРОЖНІХ БЕТОНІВ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Толмачов С.М., д.т.н, проф.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

E-mail: Tolmachov.serg@gmail.com

Морозостійкість є основним показником довговічності дорожніх цементних бетонів і визначає термін їх служби. Морозостійкість є здатність чинити опір дії змінного заморожування-відтавання в насиченому водою (або розчином солі) стані. Слід зазначити, що для забезпечення необхідного зчеплення коліс автомобіля з дорогою в період дії негативних температур по поверхні дорожнього покриття розподіляють солі в сухому стані або у вигляді водних розчинів. В Україні найчастіше – це сіль хлориду натрію або суміш солей, до складу яких входить хлорид натрію. Тому в зимовий період на бетон одночасно впливають не тільки негативна температура, а й розчин солі. В якості причин руйнування дорожніх бетонів в цьому випадку зазвичай виділяють утворення льоду і тиск води. При цьому дослідники часто забувають про колоїдно-хімічний вплив розчинів солей або вважають, що цей вплив незначний. Тому незважаючи на досить велику кількість досліджень механізму хімічної дії хлоридів на затверділе цементне тісто, актуальним є