

УДК 94(477.44)+669.01(075)
UDC 94(477.44)+669.01(075)

ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕВОЇ АРМАТУРИ ЗАЛІЗОБЕТОНУ СТАВКИ «ВЕРВОЛЬФ»

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Посвятенко Н.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Мельник О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

PROPERTIES OF GAGGERS OF THE REINFORCED CONCRETE OF RATE OF «VERVOL'F»

Posviatenko E.K., Ph.D., Engineering (Dr), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Posviatenko N.I., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Melnyk O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СВОЙСТВА СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА СТАВКИ «ВЕРВОЛЬФ»

Посвятенко Э.К., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Посвятенко Н.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Мельник О.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

13–15 березня 1944 року увійшли в історію Другої світової війни як дні звільнення Вінниці. Передові частини радянської армії захопили передмістя, залізничну станцію і ставку «Вервольф», тобто лівий берег Південного Бугу. Неушкодженими на території ставки залишилися лише три бункери, а наземні споруди були майже повністю згорілими. Ніяких важливих документів та матеріальних цінностей працівники військової контррозвідки тоді не виявили. У бункерах стояли дерев'яні ліжка, у стіни були вмонтовані шафи і сейфи, які були порожніми [1].

Проте, війська, що наступали, не отримали своєчасної допомоги і були витіснені німцями із передмістя Вінниці і «Вервольфу» 16 березня. Німецькі підричники отримали наказ завезти у ставку вагон вибухівки із залізничної станції. Як заряди із калинівського аеродрому були доставлені авіабомби і об'єкт ретельно замінували.

Коли радянські війська знову розпочали наступ, бункери «Вервольфу» вибухнули, причому з такою силою, що шматки залізобетону розміром $8 \times 5 \times 2,8$ м вагою 100–200 тон розкидало на відстань до 60 метрів. Повністю були зруйновані водопровідна, опалювальна, дренажна та інші системи. Підземну частину бункерів затопило.

Детальне вивчення зруйнованої ставки виконувалось оперативною групою НКГБ СРСР уже після війни. Обстеження підземних приміщень саперами нічого не дало, оскільки «Вервольф» призупинив свою роботу ще у вересні 1943 року. Тема того, що залишилось від об'єкту, вивчалась уже в 1989 році за допомогою космічних технологій (комплексна програма «Гермес»). На фотознімках з космосу чітко позначилися кабельні лінії, точне розміщення і розміри бункерів, інші комунікації. І знову ж не було виявлено чогось цікавого і таємного.

На сьогодні територія ставки, а це площа лісового масиву, яка займає 4 квадратних кілометри, є фактично кладовищем залізобетону, яке доступне всім бажаючим. Сам залізобетон є сумішшю місцевих гранітів із галькою з чорноморського узбережжя Одеси. Призначення гальки – увібрати шкідливе радіаційне випромінювання місцевих гранітів. Три підземні бункери ставки невеликої загальної площі 81,5 квадратних метри були захищені бетоном 9900 кубічних метрів. Тобто на один квадратний метр площі припадало 121 кубічних метри бетону. Отже, бункерам не страшні були будь-які ракетно-бомбові удари великої сили. Бункери складались з невеликих секцій розміром три на п'ять метрів і за формою нагадували залізничні вагони. По обидві сторони коридору були скромні робочі кабінети, які мали санвузли, вмонтовані у стіни шафи і сейфи, багатоступеневу систему вентиляції і центральне опалення. Усі приміщення були радіо– та електрофіковані.

Слід відзначити, що оскільки радянська авіація та літаки союзників не могли проникнути в район ставки за весь час діяльності останньої, то військовий та цивільний персонал розміщувався на розкиданих лісом упорядкованих деревах блокгаузах.

До дрібниць була продумана система водозабезпечення ставки. Питна та технічна вода подавались окремо із двох 120-метрових артезіанських колодязів. Для протипожежних потреб воду брали із Південного Бугу. Для цього на березі річки німці встановили водонасосну станцію і закачували воду у пожежний резервуар. Каналізаційні води біологічно очищувались на двох спеціальних установках і тільки після цього скидались у Південний Буг. Були також побудовані контрольні шахти.

У цілому ставка забезпечувалась електроенергією повітряними лініями із Вінниці. До окремих будинків були підведені підземні кабелі довжиною 4 км. Проте, на всяк випадок, у машинному корпусі були передбачені резервні джерела електроживлення – три дизельні установки загальною потужністю 40 кіловат. У бункери електроживлення підводилось чотирьохпровідним мідним кабелем.

Фактично цей населений пункт став польовою столицею третього райху.

Щоб керувати німецьким наступом на Кавказі і операцією «Блау» під Сталінградом Гітлер переїжджає у середині липня 1942 року у вінницький філіал своєї головної ставки. Всього фюрер перебував у «Вервольфі» тричі: 100 днів з 16 липня по 1 листопада 1942 р., 18 днів з 17 лютого по 13 березня 1943 р. і 20 днів з 27 серпня по 15 вересня 1943 р. Два–три рази на місяць він виїжджав із ставки на дві–три доби, щоб ознайомитись із ситуацією на центральному фронті на місці. У супроводі Герінга і Гімлера Гітлер відвідав Смоленськ, Гжатськ, Вязьму, Ржев, Умань, Маріуполь, Сталіно, Миколаїв, Херсон, інші ділянки фронту.

20–27 лютого 1942 р. в окупованому Мценську відбулися переговори радянських і німецьких дипломатів за ініціативою Сталіна про припинення війни. Вождь особисто написав «Пропозиції німецькому командуванню», відповідно до яких після припинення військових дій і укладання перемир'я німцям пропонувалось «віддати Прибалтику, Україну, Білорусію, Карельський перешийок, Бесарабію і Буковину». Після передислокації армій збройні сили СРСР в кінці 1943 р. готові були б почати військові дії разом з німецькими збройними силами проти Англії і США. Літом 1942 р. до Гітлера було доведено побажання радянської сторони продовжити переговори вже на вищому рівні, на що фюрер погодився. З цією місією восени 1942 р. Молотов відвідав «Вервольф», де відбулася його таємна зустріч з Гітлером. У ході цієї зустрічі було узгоджено протокол про наміри і відпрацьовано проекти відповідних дипломатичних документів. Тим не менше, як і раніше, таємні переговори ні до чого не привели, оскільки німецьке керівництво вважало на той час, що СРСР перебуває на межі військового краху.

Якщо повернутись до будівництва ставки, то слід відзначити наступне. У спорудженні «Вервольфу», крім напіввійськової урядової організації «Тодт», брало участь п'ять німецьких будівельних фірм. Фірма Галаса (400 вільнонайманих робітників – німці і поляки) виконувала заготовки будівельного каменю, зокрема з Калинівського гранітного кар'єру, будувала шосейні дороги і мости. З числа місцевих жителів фірма наймала висококваліфікованих мулярів і теслярів за 2-5 марок на день. Фірма Кока (будівельний батальйон «ОТ», 1000 німецьких робітників) будувала водопровід і каналізацію, проводила повітряні і підземні електричні та телефонні кабелі, а також за допомогою місцевих чорноробів пиляла ліс. Фірми Вашкуна та Зондерштайна (німці та поляки) складалась із теслярів і малярів. Нарешті, фірма Ноймана включала виключно німецьких робітників різних спеціальностей високої кваліфікації. На важких земляних роботах на першому етапі будівництва працювали радянські військовополонені, які розміщувались у господарських будівлях сіл Коло-Михайлівка та Стрижавка. Від хвороб та фізичного перенапруження померло біля 600 полонених? яких хоронили у силосних ямах, а масових розстрілів, всупереч офіційній радянській пропаганді, не було. Коли роботи були завершені, військовополонених вивезли у Німеччину. Таким чином, у момент завершення першого основного етапу будівництва ставки там працювало 4086 будівельників, зокрема 991 громадянин Німеччини, 1425 іноземців, приблизно 500 німецьких солдатів і 1100 військовополонених.

Що стосується того, як ставитися зараз до руїн «Вервольфу», то існує дві основні точки зору. Перша з них, офіційна – відкриття музею та туристичного центру є блюзнірством, оскільки відроджує пам'ять про дії керівництва третього райху у часи війни. А друга полягає в тому, що такий музей потрібен, тому що колишньою ставкою де-факто цікавляться численні туристичні групи, що відвідують це місце, офіційні особи та делегації. Як здається авторам цієї публікації, справа за політичним рішенням керівництва нашої держави.

Щодо арматури залізобетонних блоків і труб водозабезпечення, які до цього часу протягом більш, ніж 70-ти років, практично не піддаються корозії, перебуваючи в умовах перепадів температури, що сягає 70°C, та інтенсивної вологості, то нами в результаті досліджень отримані наступні результати.

Основні результати дослідження

Стержні арматури були виготовлені методом гарячого штампування у відкритих штампах, про що свідчать дві паралельні діаметрально протилежні поздовжні задирки (заусенці) по лінії роз'єднання багатоканавочного штампу [2]. Задирки після отримання стержнів не видалялись, оскільки запобігали від крутильних переміщень арматури у бетоні. Стержні мали діаметр 12 мм при довжині, що відповідала розмірам залізобетонного блоку із запасом, необхідним для зв'язування арматури. Для з'єднання арматури не застосовувалось зварювання. Тому стержні повинні були бути досить гнучкими для забезпечення неруйнівного зв'язування. Високу пластичність сталі у цьому випадку може забезпечити неповний відпал (сфероїдизація) після штампування, який застосовується для евтектоїдних та заевтектоїдних сталей з температурою нагрівання на 30–40° вищою від точки A_{C1} , тобто 760–770°C, зі швидкістю охолодження до 50–100°C/год разом з піччю або у піску [3,4].

На рис.1 показано фрагмент стержня арматури залізобетонного блоку марки «Вервольф». З мікрофотографії стержня видно, що поверхня останнього має «віспинки» діаметром 0,05-0,5 мм. Це свідчить про те, що стержень підпав, головним чином, під дію окислювального зношування, при якому головну роль відіграють хімічні реакції матеріалу з киснем повітря і окислювального середовища [5]. При цьому стержень практично не втратив поперечний розмір.



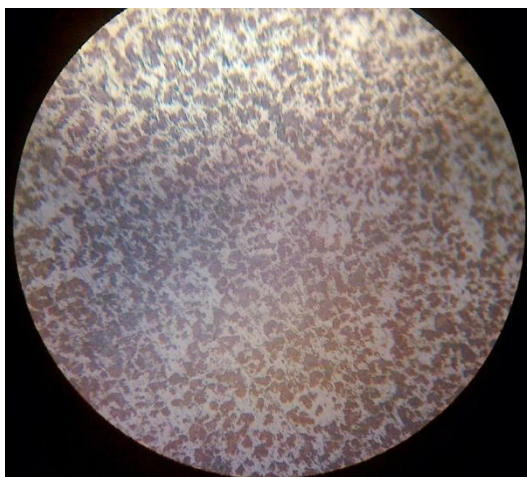
Рисунок 1. – Макрофотографія стержня, x4

Що ж могло гальмувати негативну дію середовища, багатого на кисень? Гіпотеза деяких фахівців щодо використання німцями технологій із нанесенням захисних плівок [1] була нами відкинута як на той час вартісна, маловідома і, головне, недоцільна. Як альтернативна була висунута гіпотеза щодо впливу легуючих елементів – інгібіторів корозії, що могли зв'язувати кисень, тим самим суттєво уповільнюючи цей процес стосовно заліза – основної складової сталі.

Дослідження з використанням скануючого мікроскопу-аналізатору «Camscan-4DV» показали, що хімічний склад стержнів арматури наступний: вуглець C – 1,48%; кремній Si – 0,81%; марганець Mn – 0,63%; алюміній Al – 0,14%; титан Ti – 0,08%; хром Cr – 0,07%; інше – залізо. Вміст не вказаних тут хімічних елементів несуттєвий. Таким, чином матеріал стержнів арматури можна ідентифікувати як заевтектоїдну сталь з високим вмістом сильних інгібіторів корозії – вуглецю, марганцю і кремнію, а також невеликим вмістом титану та алюмінію, що призводить до подрібнення зерна мікроструктури, хрому, що також є інгібіторами корозії [2,6–9].

Дослідження матеріалу стержнів арматури залізобетонних блоків на оптичних мікроскопах показали, що мікроструктура є дрібнозернистою (зерно №8) переважно перлітною (структура перліт+ферит) рівноважною (рис.2).

Механічні властивості сталі при цьому складали: твердість HRB 89,7 (HB 174); тимчасовий опір розриву $\sigma_b=610$ МПа; межа текучості $\sigma_T=370$ МПа; відносне видовження $\delta=22\%$; відносне



звуження $\psi=27\%$; ударна в'язкість $KCU=62$ Дж/см².

Рисунок 2. – Мікроструктура арматури залізобетонних блоків, x200

Висновки.

Три підземні бункери ставки «Вервольф» загальною площею 81,5 квадратних метри були захищені залізобетоном обсягом 9900 кубічних метрів, тобто 121 кубічних метрів бетону припадав на один квадратний метр площі. Основою залізобетону служили суміші калинівських гранітів з одеського галькою, призначення якої – знизити радіаційний фон перших.

Арматурою залізобетонів служили сталеві стержні діаметром 12 мм, які було отримано методом гарячого штампування у багатоканальних відкритих штампах. Поздовжні задирки стержнів після обробки не видалялись, оскільки запобігали від крутильних переміщень арматури в бетоні. Довжина стержнів відповідала розмірам залізобетонного блоку із запасом, необхідним для зв'язування останніх. Для з'єднання арматури не застосовувалось зварювання. Тому стержні були пластичними, що досягалось сфероїдизацією сталі після штампування при температурах 760–770°C зі швидкістю охолодження 50–100°C/год.

Для запобігання дії окислювального середовища на стержні останні виготовлялись із перлітної заевтектоїдної легованої сталі наступного складу: С – 1,48%; Si – 0,81%; Mn – 0,63%; Al – 0,14%; Ti – 0,08%; Cr – 0,07%. Перші три елементи є сильними інгібіторами корозії, а титан і алюміній служать подрібнювачами зерна мікроструктури, яке відповідає №8. Механічні властивості матеріалу стержнів наступні: твердість HRB 89,7 (HB 174); тимчасовий опір розриву $\sigma_b=610$ МПа; межа текучості $\sigma_T=370$ МПа; відносне видовження $\delta=22\%$; відносне звуження $\psi=27\%$; ударна в'язкість $KCU=62$ Дж/см².

Перебуваючи у жорстких атмосферних умовах протягом 70–75 років, стержні арматури підпали, головним чином, окислювальному зношуванню, про що свідчать «віспинки» діаметром 0,05–0,5 мм на поверхні. Однак, своїх початкових розмірів практично не втратили.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Загородний И.М. Ставка Гитлера «Вервольф» в пространстве и времени / И.М. Загородний. – Винница: ООО «Консоль», 2008. – 320 с.
2. Справочник машиностроителя: в 6 т. / Под ред. Э.А. Сатяля. – М. Машиностроение, 1963. – Т.5, кн.1 – 452 с.; 1964. – Т.6 – 540 с.
3. Матеріалознавство. Методичні вказівки до виконання курсової роботи / Е.К. Посвятенко, В.Г. Нікітін, О.В. Мельник, О.О. Глухонець. – К.: НТУ, 2013. – 48 с.
4. Матеріалознавство: Підручник / С.С. Дяченко, І.В. Дошечкіна, А.О. Мовлян, Е.І. Плешаков. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 440 с.
5. Основы трибологии: Учебник / Под общ. редакцией А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.

6. Дурягіна З.А. Сплави з особливими властивостями: Навч. посібник / З.А. Дурягіна, О.Я. Лизун, В.А. Пілюшенко. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2007. – 236 с.
7. Крижний Г.К. Класифікація та маркування конструкційних металів і сплавів: Навч. посібник / Г.К. Крижний, Л.І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – 84 с.
8. Марочник сталей и сплавов / Под общ. редакцией В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
9. Дяченко С.С. Фізичні основи міцності та пластичності металів: Навч. посібник / С.С. Дяченко. – Харків: ХНАДУ, 2003. – 226 с.

REFERENCES

1. Zagorodnii I.M. *Stavka Gitlera «Vervolf» v prostranstve i vremeni* [Hitler's headquarters "Werewolf" in space and time]. Vinnitsa. OOO «Konsol». 2008. – 320 p. (Rus)
2. Satel E.A. *Spravochnik mashinostroitel'ia* [Directory Machinist]. Moskva: Engineering, 1963. – Т.5, kn. I – 452 p.; 1964. – Т.6 – 540 p. (Rus)
3. Е.К. Posviatenko, V.G. Nikitin, O.V. Melnyk, O.O. Glukhonets. *Materialoznavstvo. Metodychni vkazivky do vykonannia kursovoi roboty* [Material Science]. Kyiv. NTU, 2013. – 48 p. (Ukr)
4. Diachenko S.S., Doshchekina I.V., Movlian A.O. Pleshakov E.I. *Materialoznavstvo* [Material Science]. Textbook. Kharkiv. CHNADU, 2007. – 440 p. (Ukr)
5. Chichinadze A.V. *Osnovy trybologii* [Basics of tribology]. Textbook. Moskva: Engineering, 2001. – 664 p. (Rus)
6. Duriagina Z.A. *Splavy z osoblyvymy vlastyvoostiamy* [Alloys with special properties]. Textbook. Lviv. NU «lvivska politekhnik», 2007. – 236 p. (Ukr)
7. Kryzhnyi G.K. *Klasifikatsiia ta markuvannia konstruktsiinykh metaliv i splaviv* [Classification and Labelling of structural metals and alloys]. Textbook. Kharkiv. NTU «KPI», 2005. – 236 p. (Ukr)
8. Sorokin V.G. *Marochnik staley i splavov* [Database of steels and alloys]. Moskva: Engineering, 1989. – 640 p. (Rus)
9. Diachenko S.S. *Fizychni osnovy mitsnosti ta plastychnosti metaliv* [Physical basis of the strength and ductility of metals]. Textbook. Kharkiv. CHNADU, 2003. – 226 p. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Посвятенко Е.К. Властивості сталеві арматури залізобетону ставки «Вервольф» / Е.К. Посвятенко, Н.І. Посвятенко, О.В. Мельник // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 30.

Об'єкт дослідження – сталеві стержні арматури залізобетонних блоків підземних бункерів ставки «Вервольф».

Мета роботи – визначення фізико-механічних, металургійних та технологічних властивостей сталевих стержнів арматури залізобетонних блоків бункерів ставки «Вервольф».

Методи дослідження – механічні властивості стержнів досліджувались із застосуванням твердомірів Роквелла та Брінелля, розривної машини із записом кривої текучості, копра для визначення ударної в'язкості; вивчення мікроструктури здійснювалось із залученням оптичної мікрокопії із виготовленням мікрошліфів; склад матеріалу і визначення класу сталі стержнів арматури досліджувались із залученням електронного мікроскопа-аналізатора системи «Camscan-4DV».

Прогнозні передбачення – у випадку, коли при з'єднанні стержнів арматури не використовується зварювання, а застосовується механічне «в'язання» матеріал останніх (будівельну сталь) слід легувати алюмінієм, титаном та хромом, з метою зменшення зерна мікроструктури та піддавати цю сталь відпалу. Це підвищуватиме пластичність сталі. Для підвищення корозійної стійкості стержнів арматури матеріал останніх слід легувати кремнієм та марганцем (до вагового 1% кожний) та підвищувати вміст вуглецю та у сталі до набуття сталлю евтектоїдного та заевтектоїдного стану.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СТЕРЖНІ АРМАТУРИ, МІКРОСТРУКТУРА, МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ, КРЕМНІЙ, МАРГАНЕЦЬ, ВУГЛЕЦЬ, СТАЛЬ.

ABSTRACT

Posviatenko E.K. Properties of gagers of the reinforced concrete of rate of «Vervol'f» / E.K. Posviatenko, N.I. Posviatenko, O.V. Melnyk. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2014. – Vol. 30.

Object of study – steel bars of armature of reinforce-concrete blocks of underground bunkers of rate of «Vervol'f».

Purpose of the study – determination fiziko-mechanical, metallurgical and technological properties of steel bars of armature of reinforce-concrete blocks of bunkers of rate of «Vervol'f».

Method of the study – mechanical properties of bars were probed with application of tverdomiriv of Rokvella and Brinellya, bursting machine with the record of the crooked fluidity, pile-driver, for determination of shock viscosity; the study of microstructure was carried out with bringing in of optical microstructure with making of mikroshlifiv; composition of material determinations of class of steel of bars of armature were probed with bringing in of electronic microscope-analyzer of the system «Camscan-4dv».

Forecast assumptions – in the case when for connection of bars of armature welding is not used, but used it follows to alloy mechanical «v'yazannya» material of the last (steel construction) an aluminium, titan and chrome, with the purpose of diminishing of grain of microstructure and to add this steel of annealing. It will promote plasticity of steel. For the increase of corrosive firmness of bars of armature it follows to alloy material of the last silicon and manganese (to gravimetric 1% each) and promote content of carbon and in steel to acquisition by steel.

KEYWORDS: BARS of ARMATURE, MICROSTRUCTURE, MECHANICAL PROPERTIES, CORROSIVE FIRMNESS, SILICON, MANGANESE, CARBON, STEEL.

РЕФЕРАТ

Посвятенко Э.К. Свойства стальной арматуры железобетона ставки «Вервольф» / Э.К. Посвятенко, Н.И. Посвятенко, О.В. Мельник // Вестник Национального транспортного университета. – К. : НТУ, 2014. – Вып. 30.

Объект исследования – стальные стержни арматуры железобетонных блоков подземных бункеров ставки «Вервольф».

Цель работы – определение физико-механических, металлургических и технологических свойств стальных стержней арматуры железобетонных блоков бункеров ставки «Вервольф».

Методы исследования – механические свойства стержней исследовались с применением твердомеров Роквелла и Бринелля, разрывной машины с записью кривой текучести, копра для определения ударной вязкости; изучения микроструктуры осуществлялось с привлечением оптической микрокопии с изготовлением микрошлифов; состав материала и определение класса стали стержней арматуры исследовались с привлечением электронного микроскопа-анализатора системы «Camscan–4DV».

Прогнозные предположения – в случае, когда при соединении стержней арматуры не используется сварка, а применяется механическое «вязание» материал последних (строительная сталь) следует легировать алюминием, титаном и хромом, с целью уменьшения зерна микроструктуры и подвергать эту сталь отжигу. Это будет повышать пластичность стали. Для повышения коррозионной стойкости стержней арматуры материал последних следует легировать кремнием и марганцем (до весового 1% каждый) и повышать содержание углерода в стали до приобретения сталью эвтектоидного и заэвтектоидного состояния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СТЕРЖНИ АРМАТУРЫ, МИКРОСТРУКТУРА, МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ, КРЕМНИЙ, МАРГАНЕЦ, УГЛЕРОД, СТАЛЬ.

АВТОРИ:

Посвятенко Едуард Карпович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел. +380509150471, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 101а.

Посвятенко Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри дорожніх машин, e-mail: natali1963@ukr.net, тел. +380509150472, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 226.

Мельник Ольга Вікторівна, Національний транспортний університет, асистент кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: epitaksiya.78@mail.ru, тел. +380506147548, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.102.

AUTHORS:

Posviatenko Eduard K., Ph.D., Engineering (Dr), professor, National Transport University, professor of department of manufacturing, repair and materialloved, tel. +380509150471, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 101a.

Posviatenko Nataliia I., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor of department of road machines, e-mail: natali1963@ukr.net, tel. +380509150472, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of.226.

Melnyk Olga V., National Transport University, assistant Lecturer department of manufacturing, repair and materialloved, e-mail: epitaksiya.78@mail.ru, tel. +380506147548, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

АВТОРЫ:

Посвятенко Эдуард Карпович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры производства, ремонта и материалловедения, тел. +380509150471, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 101а.

Посвятенко Наталия Ивановна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры дорожные машины, e-mail: natali1963@ukr.net, тел. +380509150472, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.226.

Мельник Ольга Викторовна, Национальный транспортный университет, асистент кафедры производства, ремонта и материалловедения, e-mail: epitaksiya.78@mail.ru, тел. +380506147548, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.102.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Шейкін С.Є. доктор технічних наук, завідувач відділом перспективних ресурсозберігаючих технологій механічної обробки, Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М.Бакуля НАН України, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Levkivskyi O.P., Ph.D., Engineering (Dr), professor, National Transport University, professor of department of manufacturing, repair and materialloved, Kyiv, Ukraine.

Sheikin S.Ye., Ph.D., Engineering (Dr), Head of the Department of Advanced saving technologies machining, Institute for Superhard Materials im.V.M.Bakulya NAS Ukraine, Kyiv, Ukraine.