

Т. А. ШУМАКОВА, канд. техн. наук, доц., Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, Северодонецк

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ОТБЕЛЕННЫХ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ

В статье представлены результаты исследований влияния на производительность процесса механической обработки деталей из отбеленных высоколегированных чугунов материала сменных пластин резцов. Установлено, что при выполнении черновой вальцетакарной операции резцы, режущая часть которых оснащена пластинами из кубического нитрита бора аллотропной модификации – гексанит обладают в 3 раза большей стойкостью, чем резцы, оснащенные пластинами из ВКЗМ.

Ключевые слова: механическая обработка деталей, отбеленный высоколегированный чугун, гексанит, режимы резания, резец.

Введение. Прокатный валок – важнейший и уникальный инструмент металлургического производства, от качества отливки и механической обработки которого зависит качество, и количество прокатанного металла.

Прокатный передел, являясь завершающим в полном металлургическом цикле, занимает в промышленности особое место. Он обеспечивает продукцией проката предприятия машиностроительной, судостроительной, теплоэнергостроительной, автомобилестроительной и других отраслей промышленности.

Одним из перспективных способов получения заготовок прокатных валков является центробежное литье в металлические формы-изложницы. Данный способ литья выгодно отличается значительными технико-экономическими преимуществами, основными из которых являются: экономия металла, энергоносителей и длительная продолжительность производственного цикла. Срок службы двухслойных центробежных хромоникелевых валков в чистовых клетях непрерывных листовых станов в 1,2-1,3 раз больше, чем отлитых обычным способом, кроме этого высокохромистые центробежные валки показали исключительно высокую стойкость [1, 2]. Из анализа работ авторов [3-5] становится очевидным то, что применение данного способа литья значительно затрудняет их механическую обработку, поскольку увеличивается твердость валков, глубина отбеленного слоя чугуна, изменяется химический состав легирующих элементов, увеличиваются глубина литейной корки. При этом, как указывают авторы [3, 4], использовать общемашиностроительные нормативы при обработке не представляется возможным, т.к. они не содержат сведений для определения режимов резания и стойкости резца для случаев обработки отбеленных высоколегированных чугунов.

В технологической цепочке обработки прокатного валка, полученного центробежным способом литья, наиболее трудоемкой операцией является – черновое точение по литейной корке. Это объясняется тем, что в структуре литейной корки содержится большое количество твердых составляющих ледебурита и

цементита, а также наличием пригаров, раковин, трещин [4].

Как указывается в работах [3, 5] повышенная твердость литейной корки и наличие вышеперечисленных дефектов отливки при механической обработке приводит к интенсивному износу режущего инструмента и преждевременному выходу его из строя из-за сколов и выкрашиваний твердосплавных пластин.

Для решения поставленной проблемы и в целях совершенствования механической обработки деталей, полученных способом центробежного литья, исследователями [6–8] было намечено два направления. Первое – применение нагрева припуска на обработку, создающего более благоприятные условия для работы инструмента и, второе – это применение высокопроизводительных инструментальных материалов, разработка и внедрение режущего инструмента улучшенных конструкций, значительное повышение его стойкости.

В первом направлении наиболее распространенными способами, позволяющими осуществлять локальный нагрев металла в зоне стружкообразования, дуговой, электроконтактный, индукционный и плазменный [6].

Применение того или иного метода предварительного нагрева срезаемого слоя определяется требованиями, предъявляемыми к изготовлению деталей. Известно, например, что применение токов высокой частоты при обработке чугуновых валков с отбеленным слоем может привести к появлению сетки трещин на его поверхности, а использование электродугового метода приводит к выгоранию легирующих элементов [7]. Индукционный способ нагрева токами промышленной частоты, хотя и обеспечивает повышение производительности обработки в 3-5 раз, требует модернизации станка и оборудования его узлов мощной системой охлаждения [8].

Наиболее перспективным из перечисленных выше методов, является плазменно-механический, сущность которого заключается в разупрочнении металла, прилегающего к поверхности резания перед резцом, и механическом срезании разупрочненного слоя режущим инструментом [6]. Разупрочнение осуществляется в результате теплового воздействия плазменной дуги и струи нагретых газов. Сложность выполнения данной операции заключается в том, что углы установки плазматрона относительно поверхности резания должны быть такими, чтобы расплавленный металл выдуваемый потоком плазменной дуги, не забрызгивал обработанную поверхность, был бы направлен в сторону от режущего инструмента и не создавал опасность обслуживающему персоналу [6]. Недостатком данного способа обработки является повышенный шум (свыше 85 дБ.), энергоемкость, а также тот факт, что при снятии неравномерного припуска в некоторых местах разогретый слой может быть снят не полностью, что приводит к появлению зоны термического напряжения на обработанной поверхности. Таким образом, плазменно-механическая обработка деталей, полученных методом центробежного литья, хотя и способствует повышению производительности труда станочников, но пока широкого распространения не получила.

Второй перспективный метод повышения производительности предусматривает разработку и внедрение резцов с механическим креплением неперетачиваемых многогранных пластин твердого сплава с износостойкими покрытиями, повышающими их стойкость в 2-3 раза и более [6]. Это приобретает

особое значение в условиях острого дефицита основных легирующих элементов, входящих в состав быстрорежущих сталей и твердых сплавов – вольфрама, кобальта, тантала и др.

Более перспективными являются поликристаллические сверхтвердые материалы, получаемые путем вторичного спекания при высоких давлениях и температуре микропорошков как из синтетических алмазов, так и из кубического нитрида бора, работающих на высоких скоростях резания и применяемых для обработки закаленных сталей, твердых сплавов и других труднообрабатываемых материалов (рис. 1, а, б) [6, 9].

На сегодняшний день при механической обработке отбеленных чугуновых валков трудно обеспечить требуемую производительность процесса. До внедрения центробежного способа литья практически весь припуск на

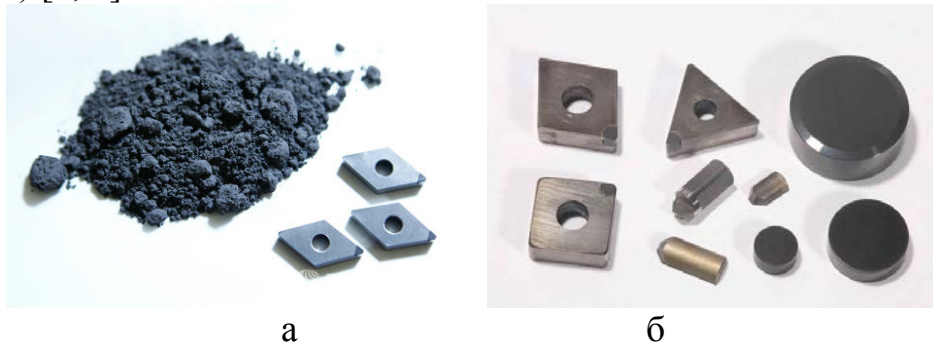


Рис. 1 – Кубический нитрид бора: а – внешний вид нанопорошка; б – внешний вид сменные многогранные пластины

обработку бочки валка снимался шлифовальными кругами для грубой обработки на шлифовальных станах. Но с момента перехода на центробежное литье снятие припуска шлифовальным кругом стало экономически не целесообразным. Это обусловлено тем, что значительно увеличивается расход дорогостоящих шлифовальных кругов и кроме того весь снимаемый припуск высоколегированного чугуна расходуется в шлам. Поэтому очевидным является то, что значительную долю припуска необходимо снимать резцами, при этом на обдирочной грубошлифовальной операции снимается только литейная корка и выявляются дефекты валка (видимые раковины, трещины, инородные литейные включения в теле бочки валка), а значительная доля припуска обрабатывается лезвийным инструментом.

В данный момент на предприятиях Украины задача по обработке валков, отлитых центробежным литьем в металлические формы-изложницы, решается путем применения на черновой вальцетокарной операции традиционно инструмента – резцов оснащенных твердым сплавом, например, ВКЗМ ГОСТ 25395-90. Однако такое решение поставленной задачи имеет ряд недостатков, а именно: большой расход пластин твердого сплава; низкая производительность процесса, из-за низких скоростей и глубины резания; высокая энергоемкость процесса.

Для повышения производительности и более экономичного расхода режущего инструмента, а также энергоресурсов становится целесообразным использование не традиционных пластин из твердого сплава, таких как ВКЗ и ВКЗМ, а поликристаллические сверхтвердые материалы, получаемые путем вторичного спекания при высоких давлениях и температуре микропорошков как

из синтетических алмазов, так и из кубического нитрида бора. Данный инструмент способен работать на высоких скоростях резания, применяемых для обработки закаленных сталей, твердых сплавов и других труднообрабатываемых материалов.

Цель работы. Цель работы – выявление влияния на производительность процесса механической обработки деталей, выполненных из отбеленных высоколегированных чугунов, материала применяемых сменных пластин токарных резцов.

Методика экспериментов. Как уже указывалось ранее, для повышения производительности процесса обработки деталей выполненных из отбеленных высоколегированных чугунов с целью сокращения расхода режущего инструмента, а также экономии энергоресурсов целесообразно использовать поликристаллические сверхтвердые материалы, выполненные из синтетических алмазов или кубического нитрида бора (КНБ).

Для проверки данного утверждения был проведен ряд экспериментальных исследований. Данные исследования были направлены на сравнительную оценку эффективности применения резцов с механическим креплением пластин, выполненных из КНБ, аллотропная модификация – гексанит и традиционных резцов с напаянными пластинами из твердого сплава ВКЗМ.

При проведении экспериментальных исследований в качестве режущего инструмента на черновой вальцетокарной операции были использованы два вида инструментов:

– резцы с напаянными пластинами из ВКЗМ нормаль 01491 (40×18×10 мм) ГОСТ 25395-90 с длиной режущей кромки 40 мм;

– резцы с механическим креплением круглой двусторонней пластины из гексанита Ø20 мм (рис. 2, а, б), выпускаемой компанией «ИнтерВИТ» (г. Киев).

В качестве обрабатываемых заготовок были выбраны литые центробежные валки с твердостью обрабатываемых поверхностей в пределах HSD 74-80 единиц.

Исследования производились на специальных токарных станках

моделей 1А824, 1А825. Варьируемыми параметрами при этом были: твердость бочки, глубина резания, скорость резания, продольная подача. Диапазон измерения режимов резания был выбран следующим:

глубина резания, t	2,5...5,5 мм;
частота вращения шпинделя станка n	2...14 об/мин;
продольная подача, S	0,6...3 мм/об.



Рис. 2 – Внешний вид исследуемых инструментов:
а – резец с механическим креплением сменных пластин;
б – рабочая часть резца с установленной пластиной из гексанита

Обсуждение результатов влияния на производительность механической обработки деталей, выполненных из отбеленных высоколегированных чугунов, материала применяемых режущих пластин.

Результаты экспериментальных исследований стойкости резцов оснащенных пластинами из ВКЗМ и гексанита в зависимости от твердости обрабатываемого материала и режимов резания приведены на графических зависимостях (рис. 3-6).

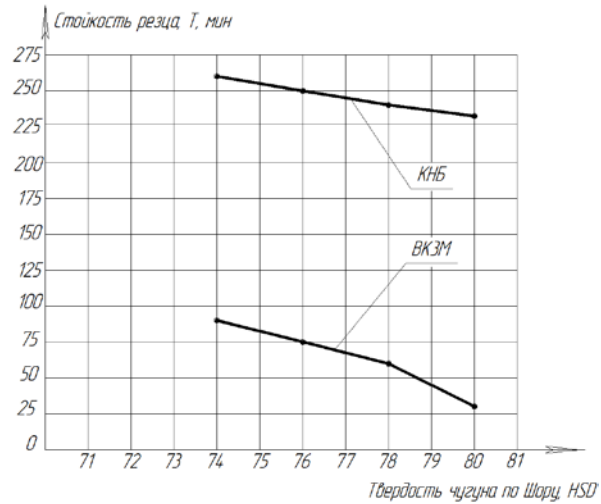


Рис. 3 – Графические зависимости стойкости резцов из ВКЗМ и КНБ модификации гексанит от твердости обрабатываемого материала

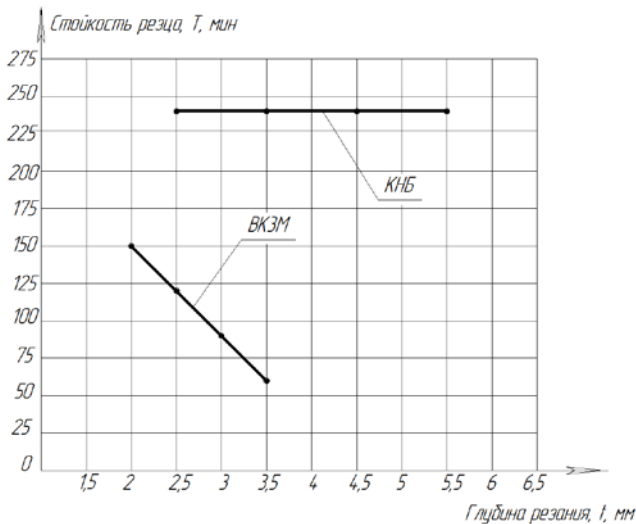


Рис. 4 – Графические зависимости стойкости резцов из ВКЗМ и КНБ модификации гексанит от глубины резания

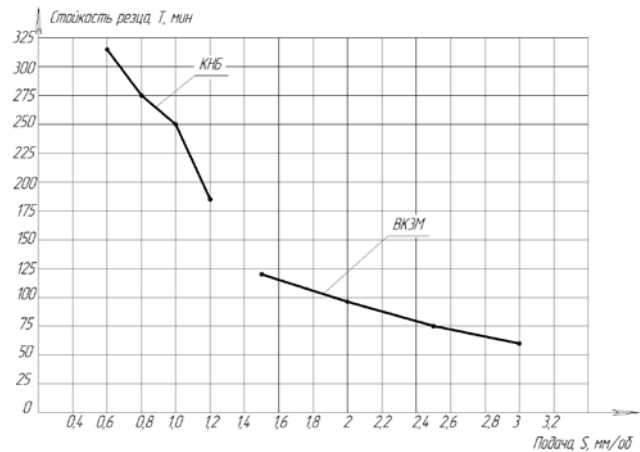


Рис. 5 – Графические зависимости стойкости резцов из ВКЗМ и КНБ модификации гексанит от продольной подачи

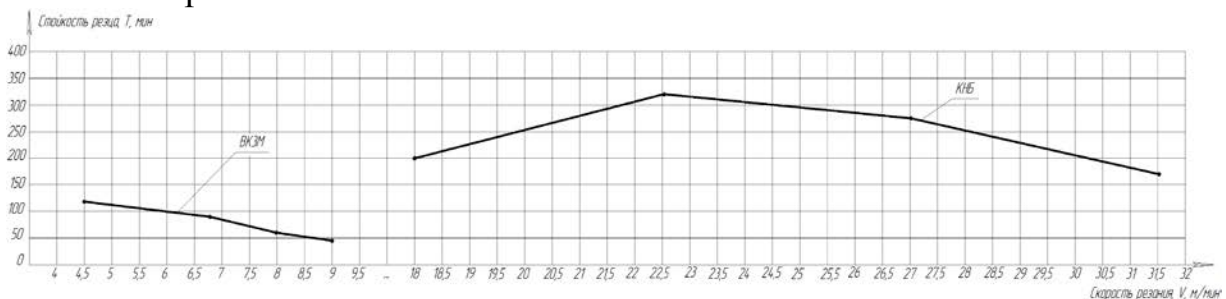


Рис. 6 – Графические зависимости стойкости резцов из ВКЗМ и КНБ модификации гексанит от скорости резания

Из результатов экспериментальных исследований, приведенных на рис. 2 следует, что на стойкость резцов, режущая часть которых оснащена твердым сплавом ВКЗМ значительное влияние оказывает увеличение твердости

обрабатываемого материала и глубины резания. Так, при увеличении твердости чугуна всего на 6 единиц стойкость резцов, уменьшилась с 90 до 30 мин., что составило 66,5 %. Изменение глубины резания с минимальной, значение которой составляло 2 мм, до максимальной – 3,5 мм, при оптимальных подаче $S=2$ мм/об и частоте вращения шпинделя станка $n=3,0$ об/мин привело к ухудшению стойкости резца на 60 %.

Применение новых технологий в инструментальном производстве позволяет решить данную проблему. Результаты экспериментальных исследований показывают, что резец, оснащенный пластинами из гексанита, работает практически с одной и той же стойкостью при увеличении твердости (в исследуемых пределах с 74 до 80 единиц) и глубины резания (с 2,5 до 5,5 мм). При этом стойкость исследуемого резца в 3 раза выше стойкости резца, оснащенного традиционными пластинами, выполненными из ВКЗМ.

Сравнив результаты экспериментальных исследований по определению влияния режимов резания на стойкость резцов с традиционными пластинами из ВКЗМ и новыми исследуемыми пластинами из гексанита следует отметить, что сплав ВКЗМ наиболее производительен на малых скоростях резания ($V=4,5...6$ м/мин) и высоких продольных подачах ($S=2...3$ мм/об). При этом для пластин из гексанита приемлем обратный эффект – высокие скорости резания ($V=23...27$ м/мин) и малые продольные подачи ($S=0,6...0,8$ мм/об). Полученные результаты полностью совпадают с мнением автора [10], отмечающего, что высокопрочный чугун обрабатывают кубическим нитридом бора, заменяя операцию шлифования резанием, или при невозможности получения требуемого качества поверхности с помощью твердого сплава. При этом автор работы [10] рекомендует следующие режимы резания: скорость резания 120-200 м/мин; подачу не менее 0,1 мм/об, а глубину резания 0,1-3 мм, что в значительной мере совпадает с принятыми пределами диапазонами измерения режимов резания, за исключением малых скоростей резания связанных с особо высокой твердостью обрабатываемых поверхностей (до HSD 80 единиц) и наличием в теле бочки таких дефектов, как раковины, трещины, инородные литейные включения и др.

Проведение экономической оценки производительности процесса механической обработки деталей, выполненных из отбеленных высоколегированных чугунов, традиционным и новым исследуемым инструментом на примере прокатных валков, выпускаемых Государственным предприятием «Лутугинский научно-производственный валковый комбинат» показало, что съём металла одной единицей инструмента из гексанита в 4,1 раза больше по сравнению с обработкой ВКЗМ. Применение пластин из гексанита по сравнению с используемыми в данный момент пластинами из ВКЗМ позволяет повысить производительность обработки бочки валков в 3,3 раза.

Полученные результаты исследований еще раз подтверждают утверждение автора статьи [10] о том, что «...При использовании кубического нитрида бора производительность увеличивается в 5-10 раз». Кроме этого нельзя не согласиться с утверждением автора [10] о том, что кубический нитрид бора используют, именно тогда, когда успех операции зависит в первую очередь от стойкости инструмента, при этом возможно как достижение высокого качества, так и уменьшения количества брака.

Выводы. Анализ результатов исследований, направленных на повышение производительности обработки деталей из отбеленных высоколегированных чугунов, полученных центробежным литьем, показал, что на обдирочной грубошлифовальной операции необходимо снимать только литейную корку, а значительная доля припуска следует обрабатывать лезвийным инструментом. Вместе с тем установлено, что одними из наиболее эффективных для чернового точения являются поликристаллические сверхтвердые материалы, получаемые путем вторичного спекания при высоких давлениях и температуре микропорошков из кубического нитрида бора.

Результаты экспериментальных исследований по определению влияния режимов резания на стойкость резцов с напаянными пластинами из ВКЗМ и пластин с механическим креплением, выполненных из КНБ гексанита показали, что съем металла одной единицей инструмента из гексанита в 4,1 раза больше по сравнению с обработкой ВКЗМ. Применение пластин из гексанита по сравнению с используемыми пластинами из ВКЗМ позволяет повысить производительность обработки бочки валков в 3,3 раза. При этом сплав ВКЗМ наиболее производителен на малых скоростях резания ($V=4,5\ldots 6$ м/мин) и высоких продольных подачах ($S=2\ldots 3$ мм/об), а для пластин из гексанита приемлем обратный эффект – высокие скорости резания ($V=23\ldots 27$ м/мин) и малые продольные подачи ($S=0,6\ldots 0,8$ мм/об).

Использование кубического нитрида бора аллотропной модификации – гексанит позволяет достичь не только высокого качества обработки поверхностей деталей, выполненных из отбеленных высоколегированных чугунов, так и уменьшения количества брака при выполнении операций чернового точения бочки прокатных валков.

Список литературы: 1. Балаклеец, И. А. Производство и эксплуатация центробежнолитых прокатных валков ЛГНПВК [Текст] / И. А. Балаклеец, П. П. Долгих, В. Я. Погорелов, В. С. Филиппов, А. В. Шамрин, А. А. Сирота // Журнал «Сталь». – 2008. – №1. – С. 45-47. 2. Budagyants, N. A. High-wear-resistant cast iron for rolls of hot rolling [Текст]/ N. A. Budagyants, N. A. Zhizhkina, D. A. Sirota, V. I. Kondratenko, V. P. Saushkin // Proceedings of III international symposium on tribo-fatigue. – Beijing: Hunan University Press, 2000. – P.236-239. 3. Козлов, Н. И. Механическая обработка чугуновых прокатных валков [Текст] / Н. И. Козлов. – М.: Металлургия, 1980. – 80 с. 4. Гунн, Г. С. Обработка прокатных валков [Текст]/ Г. С. Гунн, В. Е. Соколов, Н. Н. Огарков. – М.: Металлургия, 1983. – 112 с. 5. Будагьянц, Н. А. Производство и эксплуатация листопркатных валков с рабочим слоем из высоколегированных материалов [Текст] / Н. А. Будагьянц, Н. А. Жижкина, В. И. Кондратенко, Ю. В. Дяченко, И. А. Балаклеец // Труды шестого конгресса прокатчиков. – II том. – Москва: МОО «Объединение прокатчиков», 2005 г. 6. Пуховский, Е. С. Обработка высокопрочных материалов [Текст] / Пуховский Е. С., Гавриш А. П., Грищенко Е. Ю. – Киев: «Техніка», 1983. – 134 с. 7. Zhizhkina, N. The researches of influence of thermal treatment to structure and properties of core of rolls with layer of high alloyed cast iron [Текст] / Nataliya Zhizhkina // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture (Poland), 2012. – Vol. 12, № 3, p. 169-173. 8. Жижкина, Н. А. Производство центробежнолитых валков с высоколегированным рабочим слоем: монография [Текст] / Н. А. Жижкина. – Луганск: «Ноулидж», 2011. – 167 с. 9. Инструменты из сверхтвердых материалов [Текст] / под. ред. Н. В. Новикова и С. А. Клименко. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2014. – 608 с. 10. Тренев, Д. Обработка чугуна резанием [Текст] / Оборудование. – 2007. – http://www.rmo.ru/ru/nmobarudovanie/nmobarudovanie/2007-3/10_11_OTA_03_07.pdf.

Bibliography (transliterated): 1. Balakleets Y. A., Dolhikh, P. P., Pohorelov, V. Ya., Filippov, V. S., Shamrin, A. V., Sirota A. A. (2008). Proyzvodstvo i ekspluatatsyya tsentrobezhnolytykh prokatnykh valkov LHNPK. Zhurnal «Stal», 1, 45-47. 2. Budagyants, N. A., Zhizhkina, N. A., Sirota, D. A., Kondratenko, V. I., Saushkin V. P. (2000). High-wear-resistant cast iron for rolls of hot rolling. Proceedings of III international symposium on tribo-fatigue. Beijing: Hunan University Press, 236-239. 3. Kozlov N. Y. (1980). Mekhanicheskaya obrabotka chuhunnykh prokatnykh valkov. Metallurhiya, 80. 4. Hunn, H. S. Sokolov, V. E., Oharkov, N. N. (1983). Obrabotka prokatnykh valkov. Metallurhiya, 112. 5. Budah'yants, N. A., Zhizhkina, N. A., Kondratenko, V. Y., Dyachenko, Yu. V., Balakleets, Y. A. (2005). Proizvodstvo i ekspluatatsiya listoprokatnykh valkov s rabochim sloem iz vysokolehirovannykh materialov. Trudy shestoho konhressa prokatchykov. II tom. Moskva: MOO «Obedinenie prokatchykov». 6. Pykhovskiy, E. S. Havrysh, A. P., Hryshchenk, E. Yu. (1983). Obrabotka vystokoprochnykh materialov. Kyev: «Tekhnika», 134. 7. Zhizhkina, N. (2012). The researches of influence of thermal treatment to structure and properties of core of rolls with layer of high alloyed cast iron. TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture (Poland), 12, 3, 169-173. 8. Zhizhkina N. A. (2011). Proizvodstvo tsentrobezhnykh valkov s vysokolehirovannym rabochim sloem: monohrafiya. Luhansk: «Noulidzh», 167. 9. Instrumenty iz sverkhтвердыkh materialov / pod. red. N. V. Novykova i S. A. Klimenko. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – Moscow.: Mashynostroenie, 2014. – 608p. 10. Trenev D. (2007). Obrabotka chuhuna rezanyem. Oborudovanie.

Поступила (received) 12.02.2015

УДК 621.311

І. Д. ГАЛУЩАК, канд. техн. наук, доц., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;

П. О. КУРЛЯК, канд. техн. наук, доц., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

Під час експлуатації газотурбінних компресорних систем магістральних газопроводів в електричних мережах виникають різного роду перенапруги, які створюють негативний вплив на електрообладнання і знижують його надійність та ефективність роботи. Досліджено способи забезпечення електромагнітної сумісності електротехнічних комплексів газотурбінних компресорних систем магістральних газопроводів при впровадженні вакуумних вимикачів, а також підвищення надійності і якості зовнішнього електропостачання.

Ключові слова: надійність, ефективність, компресорні станції, магістральні газопроводи, електромагнітна сумісність, електромагнітні перешкоди.

Вступ. Транспортування газу від місць його видобування до пунктів розподілу і споживання здійснюється магістральними газопроводами. Система газопроводів охоплює територію всієї України і є складовою трансєвроазійської системи. Основними технологічними об'єктами магістральних газопроводів (МГ) є компресорні станції (КС), які обладнані поршневыми або відцентровими компресорами. Під час експлуатації газотурбінних КС МГ в електричних мережах виникають різного роду перенапруги, які створюють негативний вплив на електрообладнання і знижують його надійність та ефективність роботи.

© І. Д. ГАЛУЩАК, П. О. КУРЛЯК, 2015