

ПРИКЛАДНОЙ МАГНЕТИЗМ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПРАКТИЧЕСКОГО УЛУЧШЕНИЯ ЭКОНОМИКИ МАШИНО- И СУДОСТРОЕНИЯ

*Малыгин Б.В., Бень А.П., Коломоец В.В., Дюдяева О.А.,
Херсонский государственный морской институт*

На примере применения магнитно-импульсной обработки (МИО) деталей, в том числе крупногабаритных, на предприятиях судо-, приборо- и машиностроения Украины показана ее высокая эффективность. Использование данной технологии позволит повысить долговечность обрабатываемого инструмента, деталей машин и механизмов, безопасность работы технологического оборудования, увеличить рентабельность промышленного и ремонтного производства, снизить металлоемкость вновь проектируемых механизмов и оборудования.

Ключевые слова: магнитно-импульсная обработка (МИО), упрочнение, стойкость.

Введение. Вопросами магнетизма человечество интересуется более 300 лет. Исследованием применения прикладного магнетизма для изменения свойств изделий и расширения возможностей применения магнитной обработки в технологии машиностроения, особенно при металлообработке, в том числе с целью решения вопросов ресурсосбережения, занимались многие специалисты [1-3]. Опыт многолетних исследований доказывает необходимость применения возможностей магнитно-импульсной обработки изделий (МИО) в качестве простого и экономичного способа повышения стойкости металлорежущего инструмента, увеличения ресурса наиболее изнашиваемых деталей машин и механизмов, повышения долговечности узлов трения, сборочных единиц и конструкций, долговечности и надежности работы автоматизированных поточных линий, релейных линий, линий электропередач, электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания, привода судов, самолетов, космических кораблей, реакторов АЭС.

Изложение основного материала. Известны трудности развития экономики судо- и машиностроения Украины. Перспективным резервом улучшения состояния промышленной индустрии страны является разработка и внедрение новых ресурсосберегающих технологий. При участии авторов статьи на базе лаборатории ресурсосберегающих технологий Херсонского государственного морского института проведены опытно-промышленные работы по внедрению в отрасль современных достижений прикладного магнетизма.

На ряде машино-, приборо- и судостроительных предприятий Украины проведены промышленные опыты на магнитоимпульсных установках типа «УМОИ», «Магнит-Победа», «Импульс-Универсал», «Градиент» и изучена высокая эффективность их работы, позволяющих с небольшими затратами времени в 1,5-3,0 раза повышать стойкость режущего инструмента и деталей машин. Такие результаты получены на промышленном упрочнении

металлорежущего инструмента, деталей машин, исполнительных механизмов.

Разработана и внедрена новая технология повышения коррозионно-кавитационной стойкости гребных винтов судов массой до 20 т и диаметром 0,5-8 метров. Обработка винтов из сталей 25л, 20х13, сплавов меди и др. проводилась на установках типа «Градиент» в металлических контейнерах с применением в качестве наполнителя (концентратора магнитного потока) стальных опилок. Кавитационно-коррозионно-механическое разрушение гребных винтов обусловлено наличием концентрации остаточных напряжений в плоскостях секущих фронт волны. Причем 90... 95% кавитационного разрушения происходит в местах пересечения плоскостей локальных перенапряжений по оси 010 с фронтом ударной волны. Ударная волна в жидкости в 2...5 раз усиливает клиновидный эффект разрушения особенно при переменной кривизне поверхности детали. Для устранения этих напряжений помимо общей МИО гребных винтов в стальных контейнерах с ферронаполнителями по истечении 24...48 часов проводилась дополнительная (2...5 раз) магнитная обработка тех участков, которые подтверждены первоочередному износу. Опыты проводились при следующих режимах: напряженность поля при обработке гребных винтов составляла 300...1000 кА/м, время импульса 1...2 с. После МИО стойкость гребных винтов возросла на 50...60%, а расход топлива за навигацию уменьшился не менее чем на 15%.

При упрочнении тяжелого и крупногабаритного оборудования, работающего при знакопеременных нагрузках, выдерживался следующий режим локальной обработки: напряженность поля 300...600 кА/м, длительность импульсов 0,5...0,2 с, число импульсов 3...15, время между импульсами 3...5 с, расход электроэнергии на МИО не более 10...50 Дж/кг.

Разработана технология магнитного упрочнения инструмента и оснастки, применяемой в металлургических, прокатных и литейных цехах. В промышленных условиях показано, что магнитная обработка (разливочные ковши, плунжеры и поршни машин литья под давлением, штоки, отсекатели и т.п.) на 20...60%, исполнительных механизмов машин для стального литья на 50...80%, металлических форм для литья цветных и черных металлов не менее чем на 50%. Стойкость режущего оборудования (прессножницы, летучие ножницы, кривошипные прессы и т.п.) заготовительных участков металлургического и прокатного производства после МИО возрастает в 1,5...2,3 раза. Стойкость прокатного оборудования (валки, оправки, калибры и т.п.) и другой технологической оснастки для обработки цветных и черных металлов давлением повышается в 1,3...2,0 раза, что позволяет на 15% увеличить бесперебойность работы основных участков сквозного цикла.

Разработана и внедрена новая технология и установки серии «Контакт» для упрочнения деталей электрических машин, электрооборудования и средств автоматики, применяемых в машино- и судостроении (напряжение до 6000 В). За счет магнитной обработки устранялось до 50...90%

концентрации поверхностных, внутренних, усталостных и сборочных напряжений; в 1,5...2,0 раза повышалась долговечность электромеханизмов и на 20...50% сокращалось число отказов, что в 1,3...2,0 раза увеличивало надежность привода и систем автоматики.

В промышленных условиях испытана МИО режущего инструмента, применяемого при монтажных и вспомогательных работах в судостроении и ремонте (сверла, пилы, фрезы).

Опыты показали, что магнитная обработка позволила не только в 1,4...2,5 раза повысить стойкостные и усталостные характеристики основной группы механизмов, но и на 10...25% увеличить производительность оборудования. Изложенное выше полностью подтверждает универсальность и эффективность новой технологии магнитного упрочнения изделий.

Результаты исследований и перспективы дальнейших разработок. Экономические расчеты подтвердили эффективность внедрения магнитоупрочнения с позиции совершенствования промышленной экономики, экологии, а также повышения безопасности машиностроения. Внедрение высокоэкономичных и экологически чистых методов магнитной обработки изделий не только повысит на 20...60% долговечность обрабатываемого инструмента, деталей машин и механизмов основных металлоперерабатывающих отраслей, но и одновременно не менее чем на 20...40% увеличит надежность их работы. Вследствие этого рентабельность судостроения и ремонтного производства возрастает в 1,4...1,8 раза, а безопасность работы технологического оборудования – в 1,5...2,0 раза. Широкомасштабное внедрения технологии и установок для магнитного упрочнения позволит снизить на 10...30% металлоемкость вновь проектируемых механизмов и оборудования в подразделениях важнейших отраслей страны. За счет этого в Украине может быть получен значительный экономический эффект. Экономия в 2...8 млн. долл./год на машиностроительном заводе средней мощности будет получена при условии, что масса магнитоупрочняемых изделий (инструмент, детали машин и др.) превысит 2000...3000 т.

Выводы. Теория магнитно-импульсного упрочнения подтверждена промышленными опытами. На машиностроительных, приборостроительных, судостроительных заводах, горных комбинатах и шахтах внедрены промышленные установки серии «УМОИ», «Градиент» «Импульс», «Контакт», «Магнит», спонтанно концентрирующие электромагнитную энергию в инструментах, деталях машин, механизмах и повышающие их ресурс. Технология и режимы МИО выбираются с помощью программного обеспечения установки. При упрочнении стальных деталей машин мощность установки определяется в зависимости от массы изделия, а режим – по магнитному сопротивлению материала. Время обработки, величина электромагнитной энергии, магнитного потока, напряженности поля соленоида, вольтамперная характеристика силового блока и другие

параметры задаются автоматически. Результаты промышленного эксперимента практически совпадают с расчетными показателями.

Внедрение технологии МИО в горном машиностроении, при минимальном повышении долговечности машин на 10...20 %, уменьшит капитальные вложений в отрасль на 100...200 млн. грн./год.

На примере объектов машиностроения и металлургии показана безопасность и экологическая чистота новой технологии. МИО повышает надежность работы электропривода и передаточных механизмов, гарантируя высокую безопасность оборудования. По напряженности магнитного поля, мощности, энергетическому спектру импульсов, технология и оборудование, применяемое для магнитоупрочненных изделий, полностью безопасны для обслуживающего персонала и окружающей среды. Для окружающей среды технология МИО в десятки раз безвреднее, нежели любой другой метод традиционного упрочнения.

Предложена и обоснована новая методика расчета экономии при внедрении на металлообрабатывающих предприятиях магнитной обработки. На примере судостроительных заводов показано, что расчеты следует проводить не столько по снижению общего расхода инструментов, деталей материалов, энергии, сколько по уменьшению технологического времени, необходимого для выпуска основной продукции, повышения производительности труда и качества сборки механизмов, улучшения культуры производства и оперативности работы смежных производств единого цикла обработки.

На основании промышленных опытов применение магнитно-импульсной обработки рекомендуется для ведущих отраслей народного хозяйства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 42458 України, МКП С 21 D 1/04. Спосіб магнітної обробки виробів / Бень А.П., Офіцеров О.С., Малигін Б.В.; заявник та патентовласник Херсонський державний морський інститут. – Опубл. 10.07.09, Бюл. № 13.

2. Малыгин Б.В., Бень А.П. Магнитное упрочнение изделий. (Теория и практика). – Херсон: Изд-во ХГМИ, 2009. – 352 с.

3. Якунин Г.И., Молчанова Я.Г. Влияние локальных магнитных полей на стойкость режущего инструмента и возможность их практического использования // Электрические явления при трении, резании и смазке твердых тел. – М.: Наука, 1973. – С. 128–132.

Малигін Б.В., Бень А.П., Коломоєць В.В., Дюдяєва О.А. ПРИКЛАДНИЙ МАГНЕТИЗМ ЯК ОДИН ІЗ НАПРЯМІВ ПРАКТИЧНОГО ПОЛПШЕННЯ ЕКОНОМІКИ МАШИНО- І СУДНОБУДУВАННЯ

На прикладі використання магнітно-імпульсної обробки (МІО) деталей, у тому числі крупногабаритних, на підприємствах судно-, приладо- та машинобудування України показано її високу ефективність. Застосування даної технології дозволить підвищити довговічність інструменту, деталей машин і механізмів, що

обробляються, безпеку роботи технологічного обладнання, збільшити рентабельність промислового та ремонтного виробництва, знизити металоємність нових механізмів та обладнання, що проектується.

Ключові слова: магнітно-імпульсна обробка (МІО), зміцнення, стійкість.

Malygin B.V., Ben A.P., Kolomoets V.V., Dyudyaeva O.A. APPLIED MAGNETISM AS ONE OF THE TRENDS OF PRACTICAL IMPROVEMENT OF ECONOMY IN MACHINE- AND SHIP-BUILDING

On the example of application of magnetic-pulse treatment (MPT) of components, including ones of large overall dimensions, at the enterprises of ship-, machine building and instrument engineering in Ukraine its high effectiveness has been shown. The use of this technology will allow increase of a durability of machine tools, parts of machines and mechanisms, safety in operation of technological equipment, increase of a profitability of industrial and repairing production, decrease a specific amount of metal in the newly designed mechanisms and equipment.

Key words: magnetic-pulse treatment (MPT), strengthening, durability.