**II. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛОБРОБКА****Бабичев А. П.****Эссола Дьедоне***Донской
государственный
технический
университет***Деревенько И. А.***Винницкий
национальный
аграрный
университет***Babichev A. P.****Essola Dieudonne***Don State Technical
University***Derevenko I. A.***Vinnitsia National
Agrarian University***УДК 62-182.66:621.979:621.9.048.6****СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ПРОЦЕССА РАЗБОРКИ
ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗА
СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ
ВИБРОВОЛНОВОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕМОНТЕ И
УТИЛИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Рассмотрены вопросы, связанные с разборкой прессовых соединений с использованием низкочастотных колебаний (15 – 50 Гц), сообщаемых виброволновым методом, посредством сплошного стального стержня (волновода), способствующих многократному снижению усилия необходимого для разборки. Приведены полученные результаты экспериментальных исследований, характеризующие взаимосвязь используемой схемы виброволнового воздействия на элементы соединения, продолжительность воздействия колебаний, физико-механическая структура поверхности разобранных образцов. Дан анализ и интерпретация полученных результатов. В заключение представлены основные предпосылки к разработке виброволновых технологий разборки узлов в процессе ремонта или в ходе утилизации изделия машиностроительного назначения.

Ключевые слова: *разборка, разъемные соединения, прессовые соединения, виброволновое воздействие, низкочастотные колебания, ремонт, утилизация, машиностроение.*

Введение. Разобрать сборочную единицу, детали которой соединены с натягом, можно различными способами, которые по принципу воздействия на посадочные поверхности сопряженных деталей можно разделить на механический, гидравлический, термический и комбинированный. Каждый из перечисленных способов может быть осуществлен на производстве различными методами. Наиболее распространенные устройства для разборки прессовых соединений – это съемники, прессы, стенды и приспособления.

В связи с этим актуальным является поиск эффективных методов разборки которые позволили бы разъединять сопрягаемые детали соединения без их повреждения.

Существующие методы разборки подобных узлов зачастую вызывают повреждения прецизионных поверхностей и деформацию разбираемых деталей, что ведет к уменьшению экономической эффективности процесса ремонта или утилизации, при которых осуществляют разборку.

Известны примеры применения вибрационного воздействия для совершенствования разборки машин при ремонте и утилизации. Виброволновое воздействие является одним из способов и имеет свой уникальный характер ослабления усилий образующихся связей прессовых разъемных соединений, и оказываются одним из прогрессивных путей решения поставленной задачи [2].

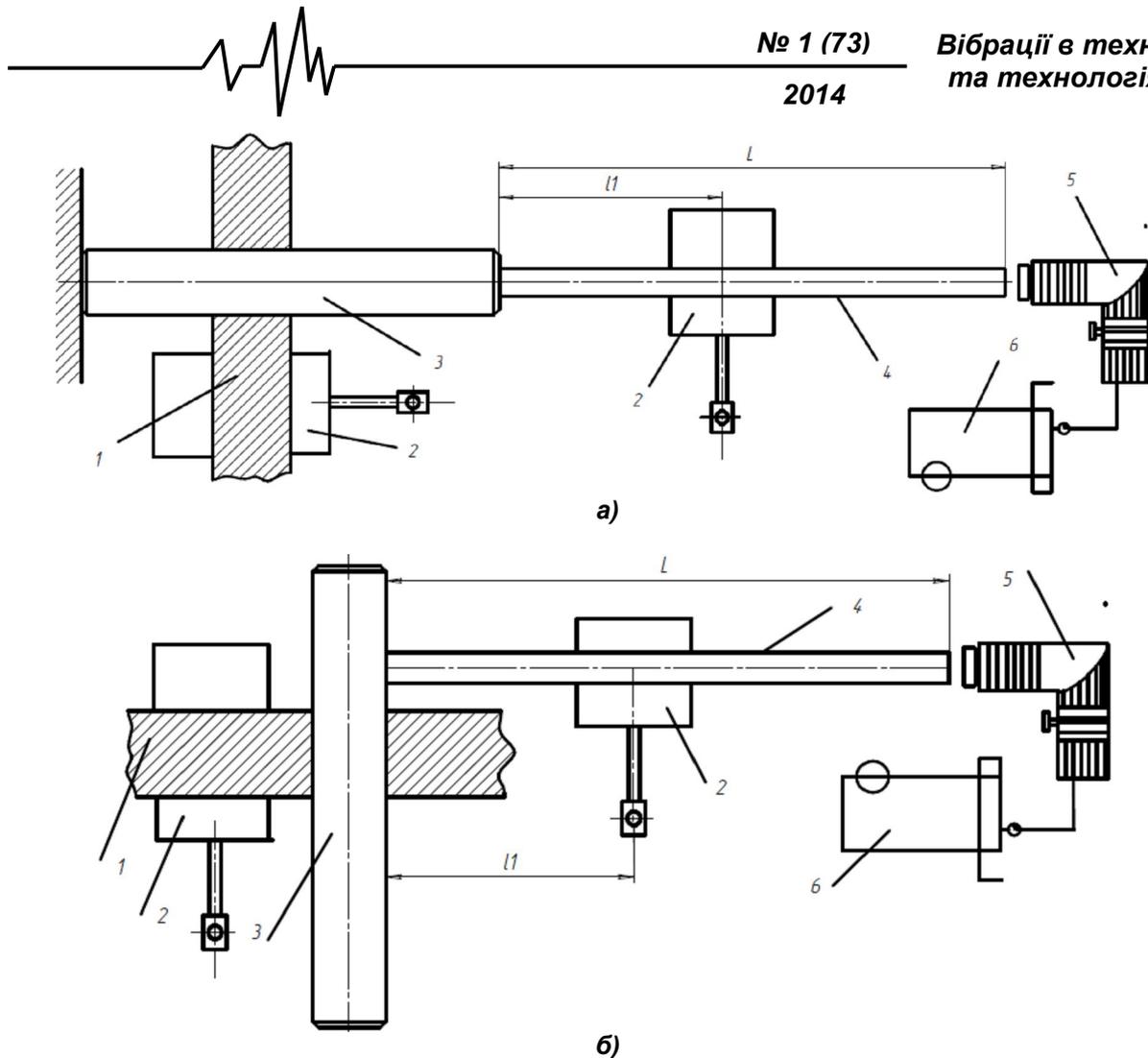


Рис. 1. Схема нагружения прессовых соединений с применением волновода: 1 – стальной лист толщины 5 мм с точными отверстиями; 2 – тиски; 3 – штифт; 4 – стержневой волновод; 5 – пневмоударник КМП 14; 6 – компрессор. а) нагружение параллельно оси штифта; б) нагружение перпендикулярно оси штифта

Для подтверждения выше изложенного, выполнены экспериментальные исследования по схеме приведенной на рисунке 1. Глубина посадочного отверстия составляла 5 мм и отклонение варьировали. Усилие нагружения контролировали с помощью ручного гидравлического пресса, а нагружение соединения осуществлялось пневмоударником КМП – 14 [2].

Влияние виброволнового воздействия на разборку прессовых соединений. Характерное отличие разборки прессовых соединений с гарантированным натягом заключается в необходимости применения больших усилий для распрессовки. Указанные действия не всегда сопровождаются их разъединением без снижения требуемой нагрузки, а в некоторых случаях ухудшают состояние качества сопрягаемых поверхностей. Виброволновое нагружение на соединение существенно ослабляет требуемое усилие для его разборки. Более того изучение рисунка 2 а)

и б) приводит к тому что усилие распрессовки снижается с увеличением продолжительности виброволнового воздействия до некоторого минимального значения достигшие в интервале $t_{обр} \in [60, 75]$ – мин. Продолжение нагружения лишь незначительно изменяет усилие необходимое для разборки соединения. Наиболее эффективна схема виброволнового нагружения перпендикулярно оси штифта. Это объясняется воздействием множества микроударов постепенному снижению натяга вследствие деформирования и разрушения вершин микронеровностей и возможностью распределения образовавшихся мельчайших частиц во впадинах микропрофиля поверхности, что способствует снижению коэффициента трения и шероховатости поверхности сопрягаемых деталей, а так же увеличению их микротвердости (рис. 5 и 6) и увеличению при этом фактической площади контакта.

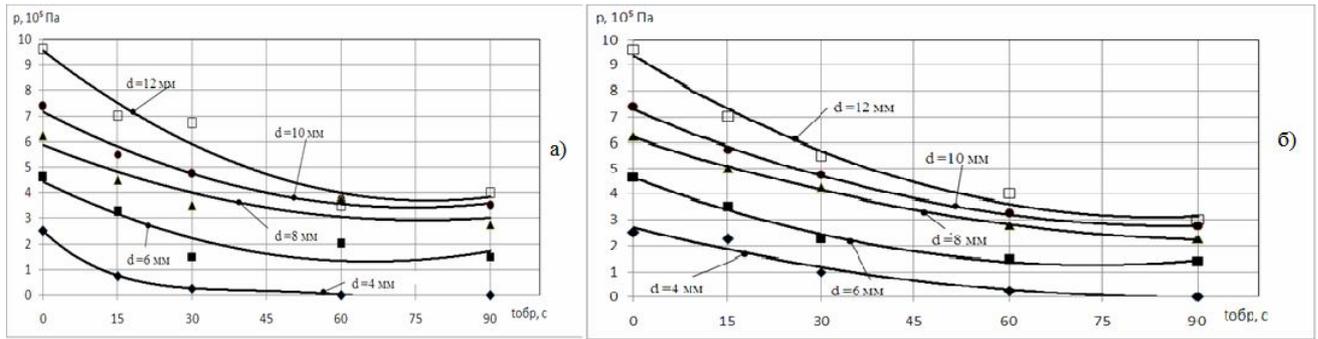


Рис. 2. Зависимость усилий (P) необходимых для разборки прессовых соединений от продолжительности вибрационного воздействия для различных параметров пары вал-втулка: а) вибрационное воздействие наносится параллельно оси штифта; б) вибрационное воздействие наносится перпендикулярно оси штифта

Микрорельеф контактирующих поверхностей при виброволновой разборке зависит от схемы нагружения и характеризуется рядом особенностей по сравнению с разборкой в обычных условиях.

Кроме того при одинаковых натягах с увеличением диаметра пар в соединении, увеличивается усилие распрессовки приложенное без или после обработки. Виброволновое воздействие позволяет снизить усилие распрессовки (рис. 3) в соответствии с описанным выше, а так же обеспечить повышение качества поверхностного слоя сопрягаемых деталей.

В меньшей степени упрочнение поверхностного слоя зависит от величины натяга: например, при увеличении натяга от Js7/u8 до H7/u8 отмечается лишь рост степени упрочнения, а глубина упрочненного слоя практически не изменяется (рис. 3 и 4).

Кроме того, анализ результатов исследования позволяет показывать, что поверхностный слой детали-вала, которой сообщают колебания, приобретает большую степень и глубину упрочнения по сравнению с поверхностным слоем контрдетали - втулки.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что в принятом диапазоне натягов и параметров колебаний разборка с применением виброволнового воздействия сопровождается увеличением фактической площади контакта поверхностей сопряжения, что в сочетании с большей степенью деформационного упрочнения приводит к росту контактной жесткости соединения.

Вследствие этого силы трения за период колебаний будут действовать только в ограниченном интервале, что способствует снижению удельных давлений в соединении и приводит к уменьшению сил распрессовки.

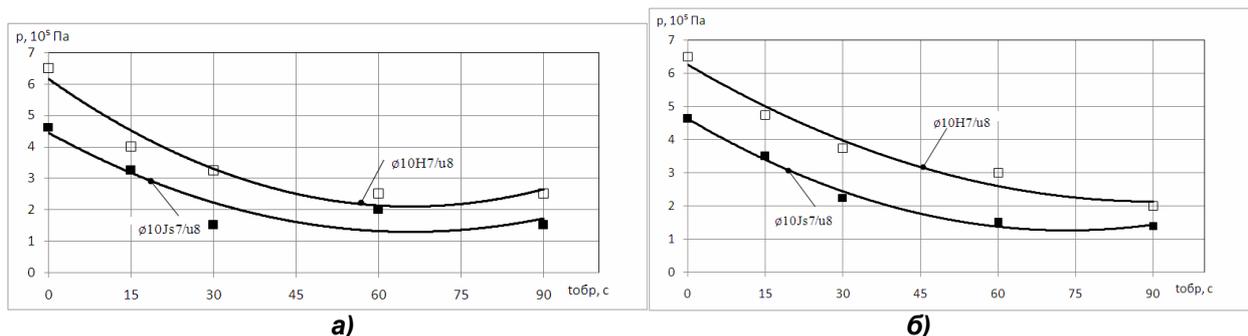
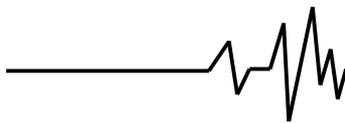


Рис. 3. Влияние усилий (P) необходимых для разборки прессовых соединений от посадки и продолжительности вибрационного воздействия: а) вибрационное воздействие наносится параллельно оси штифта; б) вибрационное воздействие наносится перпендикулярно оси штифта

Сравнение способов разборки соединения различными путями. Выше отмечено, что наложение низкочастотных колебаний $f = f_{обр} \in [15, 50] \text{ Гц}$ на элементы

соединения снижает требуемое усилие для разборки. Указанное явление происходит без ухудшения параметров качества поверхности элементов соединения. Несмотря на то, что отмеченное снижение носит дискретный



характер, на рисунке 4 показано влияние натяга, а так же различных схем нагружения на эффективность разборки. Увеличение натяга между валом и втулкой сопровождается повышением усилия необходимого для разборки соединения.

Анализ профилограмм показывает, что после виброволновой разборки микрорельеф деформируется в меньшей степени и лишь

небольшая часть наиболее высоких неровностей подвергается смятию или срезу, а на внутренней поверхности втулки отсутствуют кольцевые полосы, характерные для обычной распрессовки.

Причем наложение на вал виброволнового воздействия благоприятно отражается как на показателе процесса разборки, так и на качестве соединения.

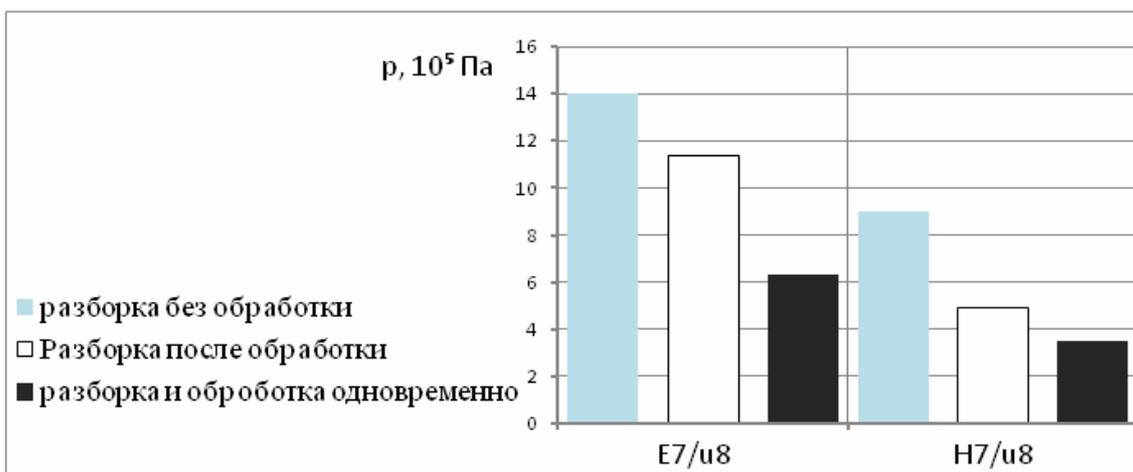


Рис. 4. Зависимость усилий распрессовки (P) необходимых для разборки прессовых соединений от посадки при различных сочетаниях виброволнового воздействия

Влияние состояния поверхностного слоя деталей на разборку прессовых соединений. На рисунке 5 показан рост среднего арифметического отклонения профиля шероховатости поверхности (Ra) относительно исходного после разборки при наличии и отсутствии виброволнового воздействия из которого видно резкое возрастание параметра профиля шероховатости поверхности (Ra) на образцах не подвергавшихся виброволновому нагружению (поверхности вала). Ухудшение

состояния профиля поверхности в виде царапин и пр. вызвано пластическими деформациями и связано в основном с присутствием более плотного распределения микростружки и царапин на поверхности разобранных деталей. Изменение (повышение) микротвердости поверхностного слоя (рис. 7) обусловлено наличием трения при сборочно-разборочной операции соединения с натягом, а так же местными деформациями и микрорезанием.

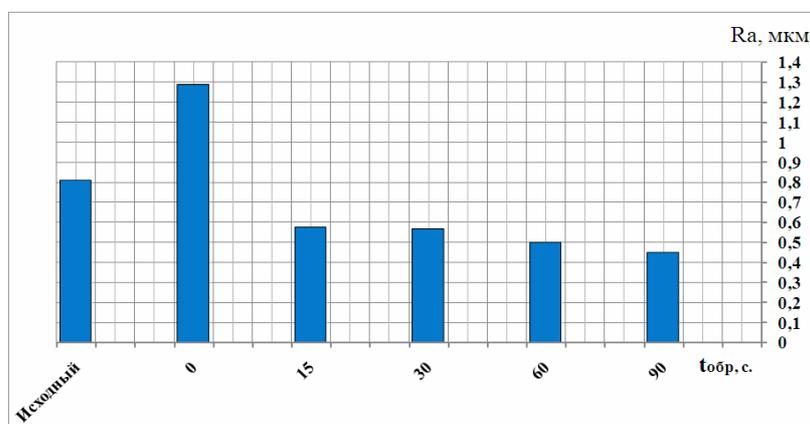


Рис. 5. Влияние шероховатости поверхности (Ra) вала на процесс разборки прессовых соединений при отсутствии и с наличием вибро-волнового воздействия

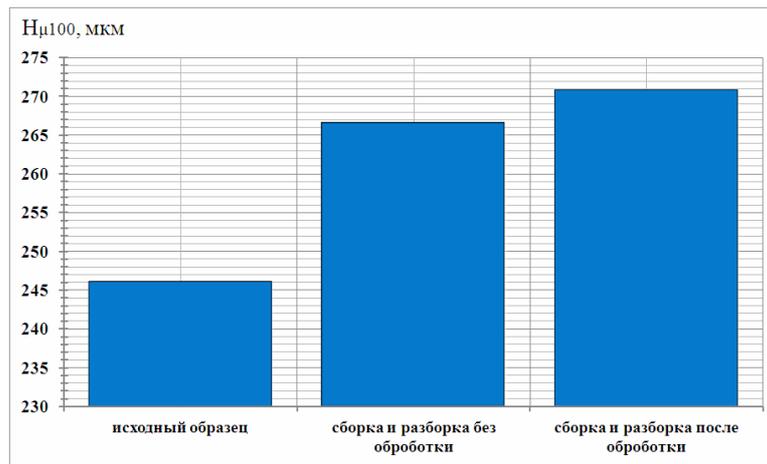
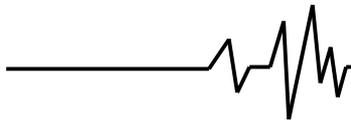
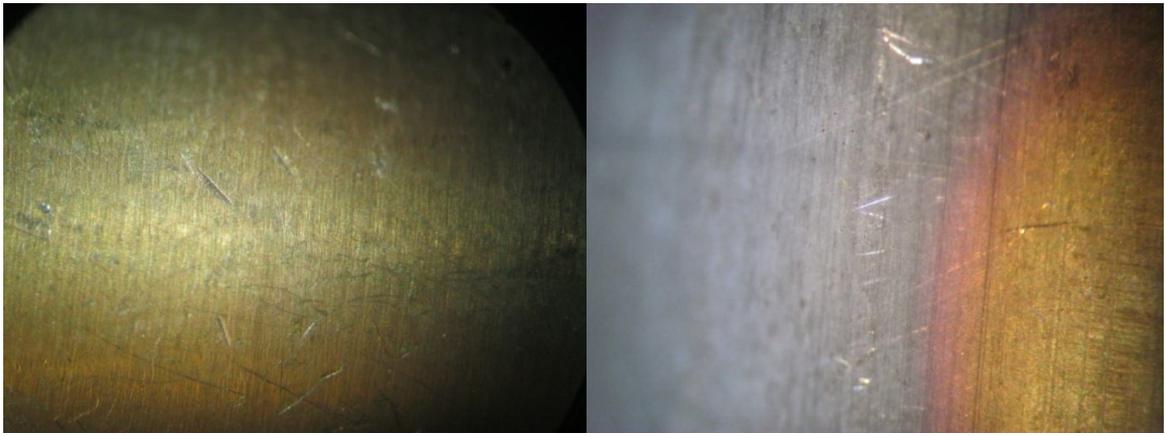


Рис. 6. Изменение микротвердости поверхности сопрягаемых деталей при разборке прессовых соединений

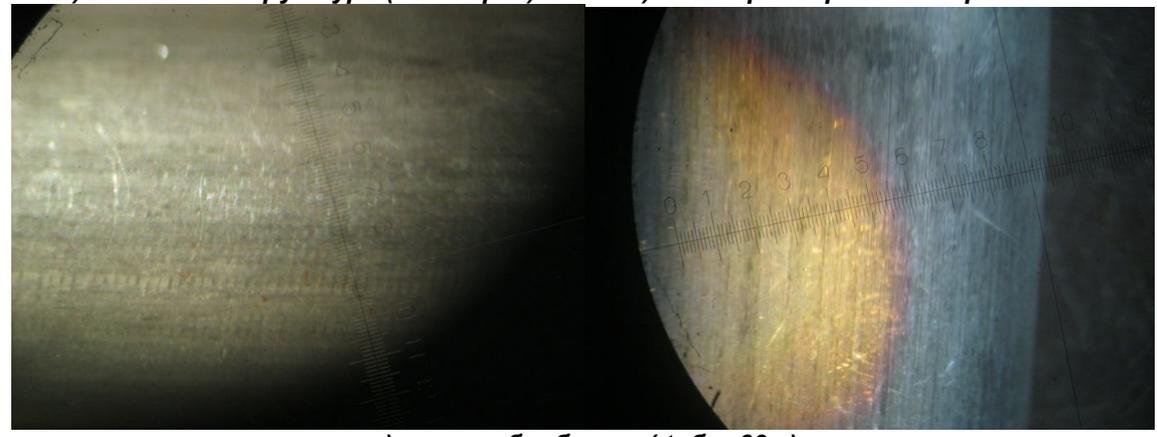
Лучшие результаты по отношению к описанным получают после виброволновой обработки соединения. Отмечают при этом повышенную микротвердость и снижение параметра отклонения профиля шероховатости (Ra) относительно исходной и, соответственно разобранной без виброволновой обработки деталей; блеск поверхностей (рис. 7 – в), однородность и яркость трущихся

поверхностей, а так же отсутствие царапин и видимых микростружек. Присутствуют лишь следы трения менее заметно относительно следов на поверхности деталей разобранных без применения виброволнового воздействия (рис. 7 – б). Причем согласно рис. 5, чем больше продолжительность виброволнового воздействия при разборке, тем меньше параметр шероховатости (Ra).



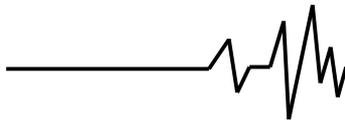
а) исходная структура (до сборки)

б) после разборки без обработки



в) после обработки (тобр=60 с)

Рис. 7. Микроскопическое исследование поверхности штифта



На рисунке 7 а) показано исходное состояние поверхности штифта при увеличении ($\times 50$) с помощью микроскопа. Аналогично на рис. 7 б) показано состояние этой поверхности после сборки и последующей разборки без виброволновой обработки. На рис. 7 в) отмечено некоторое искажение структуры поверхности относительно исходной и отдельные микростружки, вызванные пластической деформацией при разборке соединения с натягом.

Поверхность вала после разборки без виброволновой обработки характеризуется наличием часто расположенных длинных и глубоких царапин, а микрофотография поверхности представлена чередующимися неровностями, величина которых соизмерима с исходной высотой, и неровностями меньшей высоты. Изучение поверхности при увеличении показало заполнение впадин неровностей мельчайшими продуктами износа что в частности, свидетельствует о возникновении процесса микрорезания, росте фактической площади контакта и подтверждает вывод, сделанный об увеличении интенсивности изнашивания поверхностей при виброволновом воздействии.

Объяснение этому следует из того, что виброволновое воздействие является источником колебаний всего объема деталей и в частности, контактирующих поверхностей. Взаимное колебание их способствует изменению их сопрягаемых размеров с последующим уменьшением и увеличением номинального размера на величину, не превышающую амплитуды сообщаемых колебаний; распределение микростружки во впадинах микро рельефа поверхности влияющих на отклонения профиля шероховатости (R_a) и одновременное создание условия их адгезии к поверхностям посредством многократного виброударного воздействия.

Заключение. Основные предпосылки к разработке виброволновых технологий разборки узлов можно свести к следующим положениям:

- под действием виброударного воздействия при разборке прессовых соединений заметно интенсифицируется многократное поверхностное сжатие и растяжение создающие зазоры между трущимися парами, условие пластической деформации, что может способствовать снижению сопротивления трению и шероховатости поверхности и повышению микротвердости;

- возможность значительного улучшения состояния поверхностного слоя без его повреждения при разборке наложением виброволновых колебаний на разбираемое соединение;

- любая сопряженная пара деталей является гетерогенной системой, в которой при правильно выбранном внешнем механическом воздействии могут создаваться разностные межэлементные силовые реакции, приводящие к разборочным перемещениям в системе;

- минимизация усилия необходимого для разъединения соединения и тем самым ослабление преобразующих связей, а так же удаление некоторых видов загрязнения при виброволновом воздействии;

- минимизация межоперационных потерь времени посредством совмещения с виброволновой очисткой деталей, эффективность которой не вызывает сомнений.

Все эти соображения позволяют считать виброволновую технологию разборки соединений научно-техническим направлением, чрезвычайно перспективным для использования в ремонтном производстве или в процессе утилизации изделия машиностроения.

Проведенный анализ процессов, протекающих при виброволновой разборке, показал, что принципиально разборка соединений соосных деталей может быть выполнена как при воздействии вдоль оси, так и в направлении перпендикулярно ей. Оба принимаемых способа виброволновой разборки позволяют эффективно разделять детали соединения, без ухудшения состояния поверхности.

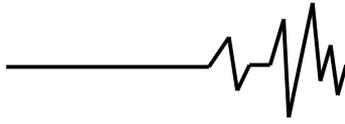
Список использованных источников

1. Селиверстова О.В. Автоматизация технологических режимов ультразвуковой обработки при производстве и ремонте автотракторной техники: автореферат дис. канд. тех. Наук. – М : МАДИ (ГТУ), 2009. – 26 с.

2. Бабичев А.П., Эссоло Д., Коваленко Е.Н., Коваль Н.С., Гончаров Б.А. Применение механических колебаний (вибраций) в процессах разборки неподвижных разъемных соединений в условиях ремонта и утилизации изделий машиностроения // Вестник ДГТУ выпуск № 1, – 2012, – с.

3. Бабичев А.П., Бабичев И.А. Основы вибрационной технологии. Изд. 2-ое, перераб. и доп. – Ростов – на – Дону: издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.

4. Применение ультразвука и взрыва при обработке и сборке / Вологин М.Ф.,



Калашников В.В., Нерубай М.С., Штриков Б.Л., М.: Машиностроение, 2002. 264с., ил. (серия «Библиотека технолога»).

5. Волновые технологии в инновационном машиностроении. Ганиев Р.Ф., Ганиев С.Р., Косилов В.П., Пустовгар А.П. М.: НИЦ «регулярная и хаотическая динамика», 2012. – 92 с.

Список источников в транслитерации

1. Seliverstova A.V. Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh rezhimov ultrazvukovoy obrabotki pri proizvodstve i remonte avtotraktornoy tekhniki: dis. kand. tekhn. Nauk. – М.: МАДИ (GTU), 2009. – 26 с.

2. Babichev A.P., Essola D., Kovalenko Ye.N., Koval N.S., Goncharov B.A. Primeneniye mekhanicheskikh kolebaniy (vibratsiy) v protsessakh razborki nepodvizhnykh raz"yemnykh soyedineniy v usloviyakh remonta i utilizatsii izdeliy mashinostroyeniya // Vestnik DGTU vypusk № 1, – 2012, – с.

3. Babichev A.P., Babichev I.A. Osnovy vibratsionnoye tekhnologii. Izd. 2-oye, pererab. i dop. – Rostov – na – Donu: izdatel'kiy tsentr DGTU, 2008. – 694 с.

4. Primeneniye ultrazvuka i vzryva pri obrabotke i sborke / Vologin M.F., Kalashnikov V.V., Nerubay M.S., shtrikovat' B.L., М.: Mashinostroyeniye, 2002. 264s., II. (seriya «Библиотека технолога»).

5. Volnovyye tekhnologii v innovatsionno mashinostroyenii. Ganiyev R.F., Ganiyev S.R., Kosilov V.P., Pustovgar A.P. М.: NITS «regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika», 2012. – 92 с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗБІРКИ ПРЕСОВИХ СПЛУК ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОВОЛНОВОГО ВПЛИВУ ПРИ РЕМОНТІ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

Анотація. Розглянуто питання, пов'язані з розбиранням пресових з'єднань з використанням низькочастотних коливань (15 - 50 Гц), що повідомляються віброволновим методом, за допомогою суцільного сталевого стрижня (хвилеводу), що сприяють

багаторазового зниження зусилля необхідного для розбирання. Наведено отримані результати експериментальних досліджень, що характеризують взаємозв'язок використуваної схеми віброволнового впливу на елементи з'єднання, тривалість впливу коливань, фізико-механічна структура поверхні розібраних зразків. Дан аналіз та інтерпретація отриманих результатів. На закінчення представлені основні передумови до розробки віброволнових технологій розбирання вузлів в процесі ремонту або в ході утилізації виробу машинобудівного призначення.

Ключові слова: розбирання, роз'ємні з'єднання, пресові з'єднання, віброхвильовий вплив, низькочастотні коливання, ремонт, утилізація, машинобудування.

IMPROVEMENT FOR THE PROCESS OF DISASSEMBLING PRESSED JOINTS (CONNECTIONS) USING VIBROWAVE EXPOSURE IN THE PROCESS OF REPAIRING AND RECYCLING OR UTILIZATION OF MACHINE BUILDING ENGINEERING PRODUCTS

Annotation. The related problems are about the disassembling of dismountable pressed joints (connections) using low-frequency oscillations (15 - 50 Hz), that are communicate by the means of reported vibrowave's oscillations through compact steel rod to facilitate multiple reduction of disassembling force. Here are shown experimentally derived graphs and graphics describing the relationship with the used scheme of vibro waves exposure to the elements parts of connection, duration for exposure of oscillations, physico-mechanical structure of dismantled samples. The analysis and interpretation of the schemes are revealed. Finally the work describes the basic requirement for the development of vibro waves technologies for disassembly of connected joints during in the process of repairing and recycling or utilization of machine building engineering products.

Key words: Disassembling, dismountable (detachable) joints, pressed connections, vibrowave impact, low frequency oscillation, repair, utilization or recycling, machine building.