

режимів обробки, то у разі плавлення волокон режимна регуляція зношення виявляється не завжди ефективною.

Література

1. Абрашкевич Ю. Д., Мачишин Г. М. Технологія виготовлення полімерно-абразивного волокна. *Вестник ХНАДУ*. Харьков, 2016. Вып. 73. С. 63–67. URL: <http://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/1755>.

2. Мачишин Г. М. Визначення раціональної області застосування полімерно-абразивного інструменту / Г. М. Мачишин // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. - 2014. - Вып. 65-66. - С. 117-122. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vhad_2014_65-66_22.

3. Абрашкевич Ю. Д., Мачишин Г. М. Эффективная эксплуатация полимерно-абразивной щетки. *Вестник ХНАДУ*. Харьков, 2016. Вып. 73. С. 59–62. URL: <http://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/1754>.

Тараненко Михаил Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», m.taranenko@khai.edu

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОКУЗОВНЫХ ПАНЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ (ЭГ) УПРАВЛЯЕМЫМ НАГРУЖЕНИЕМ ПРИ НАГРУЖЕНИИ

Известно изготовление автокузовных панелей методом импульсной листовой штамповки. Экономически оправданным технологическим процессом является процесс электрогидравлической штамповки на ЭГ-прессах с многоэлектродными разрядными блоками. В этом случае возможно управление энергетическими потоками, направляя их в нужное время в определенные зоны штампуемой заготовки. Экспериментально это подтверждено результатами опытных техпроцессов штамповки [1].

Есть предпосылки утверждать, что в результате электрогидравлического) нагружения существенно снижается коробление отштампованных панелей, т. е. уменьшается уровень остаточных упругих напряжений в панелях. На режимах нагружения при ЭГ-штамповке, снижается сопротивление деформированию и повышается пластичность материала заготовки.

Целью исследований является изучение возможности управления затопленными высокоэнергетическими струями, образующихся при многоэлектродном выделении энергии, и поведение заготовки при таком нагружении.

Математическое моделирование процессов выделения энергии образования затопленных струей и деформирования заготовки проводилось с использованием комплекса LS-DYNA с применением метода ALE.

Фактические эксперименты проводились на прессе ПЭГ-ХАИ-500 при обработке технологий штамповки разнотипных автокузовных панелей.

Сравнение экспериментальных данных и тестовых модельных исследований подтвердили адекватность используемой модели кинетике и механизму протекающих процессов, а с количественной стороны отклонения модельных параметров от опытных данных по разным параметрам находилась в диапазоне 20...40%. Это объясняется несоответствием механических свойств модели и натуры, а также динамических показателей пресса упрочнения. Какой-то вклад в эти несоответствия внесли и несколько отличающиеся физические условия на границах перемещающихся сред и некоторые другие факторы.

В целом, картина развития процессов в рассматриваемой технологической среде представляется следующей (рис. 1). При ЭГ-разряде в частично ограниченной РП от расширяющегося канала сплошной проводимости в жидкость отходит пакет ударных волн, а сам канал превращается в расширяющийся парогазовый пузырь (ПГП). Ударные волны частично отражаясь от жестких стенок РП отходят в её открытый торец, провоцируя расширение ПГП в этом направлении. Стенки ПГП перемещая воду перед собой образуют затопленную струю жидкости, движущуюся в сторону деформируемой заготовки. на рис. 1, *а* показана форма ПГП (темная область) в заключительной момент его взаимодействия с заготовкой (нижняя граница светло серой области).

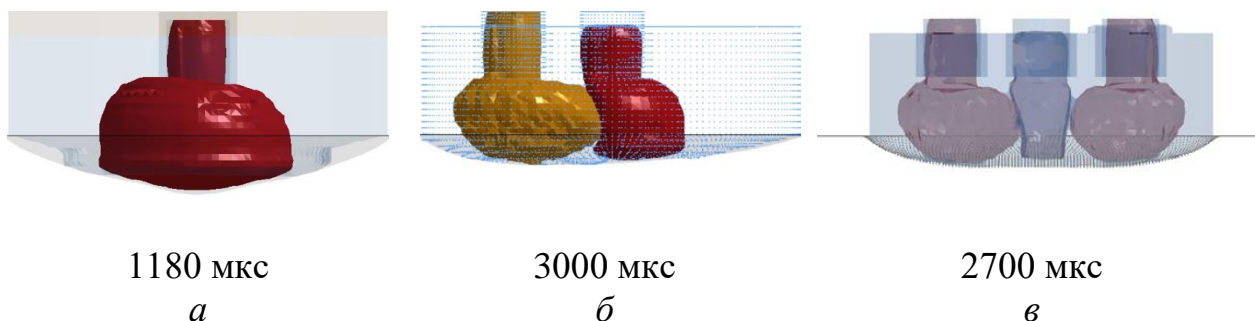


Рис. 1. Взаимодействие затопленных струй жидкости, генерируемых ЭГ-разрядом с заготовкой при выделении энергии в одной (*а*), двух (*б*) и трех (*в*) разрядных полостях

Как видно, передняя часть ПГП значительно расширена по сравнению с его задней частью, диаметр которой соответствует диаметру выходного отверстия РП. Следовательно, часть энергии, запасенного в ПГП преобразуется в движение в горизонтальном направлении (параллельном заготовке). А это – не продуктивное использование запасенной энергии.

При одновременных разрядах в двух РП (рис. 1, *б*) происходит расширение двух ПГП в одну сторону. Т. е. возможно поворачивать часть потока энергии в боковую сторону, т. е. управлять таким потоком по выбранному направлению.

На рис. 1, в показан процесс взаимодействия трёх затопленных струй жидкости, при котором центральная струя обжимается двумя боковыми струями (вспомогательными). Подобным образом происходит конструкция энергии над заданным участком заготовки.

Меняя геометрию расположения РП, количество энергии, выделяемой в каждой из них, время начала в соответствующих РП, появляются широкие возможности для выбора рациональной последовательности локального деформирования крупно габаритных листовых деталей.

Процесс деформирования пластическая деформация накапливается почти мгновенно, а затем становятся плоские, т. е. процесс деформирования заканчивается.

Разница в уровнях накопленной пластической деформации – на верхних и нижних поверхностях заготовки определяет уровень остаточных упругих напряжений, определяющих степень после штамповочного коробления детали. По предварительным данным для минимизации коробления необходимо выбрать такую последовательность пластической деформирования, при которой разница в уровнях плоской деформации заготовки была бы минимальной и равномерно распределенной по всей поверхности заготовки.

При обработке технологических процессов на многоэлектронной ЭГ-пресс ПЭГ-ХАИ-500 ряда автокузовных панелей для ряда образцов автобусов (рис. 2) были получены подобные результаты.



а



б

Рис 2. Специальный микроавтобус «Сула», г. Лубны с отштампованными на прессе ПЭГ-ХАИ-500 передней и задней частью крыши, арками колёс и угловыми участками будара (*а*), автобус марки «Эталон» г. Борисполь с угловыми передними и задними участками крыши (*б*)

Все отштампованные панели отличались минимальной поводкой, не подвергались калибровке в соответствующей оснастке и не устанавливались методом силовой сборки.

1. Металлическое моделирование комплекс процессов образования нагрузки при ЭГ-разряда и деформирования листовой заготовки показало возможности управления штамповкой крупногабаритных деталей при их последовательном легальном нагружении для повышения комплекса качественных свойств таких деталей.

2. Комплексний підхід к синтезу матмоделі процесу штамповки обусловил можливість вибору цілей управління из их мно́жества для підвищення якості автокузовних деталей. И это підтверджено изготовленням опытных партій деталей.

3. Установлено, что оптимізації процесів штамповки с різними цілями необхідно примененіе комп'ютерної техніки со значительно более широкими технічними возможностями.

Литература

1. Тараненко М. Е. Электрогидравлическая штамповка : теория, оборудованіе техпроцессы : монографія в 2 ч. / М. Е. Тараненко. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». 2011. – 272 с.

2. Тараненко М.Е. Моделирование процесу взаємодія імпульсної струї с заготовкой при электрогидравлическом нагуженні / М. Е. Тараненко, А. Г. Нарыжный // Открытые інформаційные и комп'ютерные технологии : сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 91. – Харьков, 2021. – С. 65 – 77.

Цибульський Вадим Анатолійович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tsybulsky@ukr.net

ЗМІНИ В ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ЦИКЛІЧНОМУ ДЕФОРМУВАННІ І ЇХ ВПЛИВ НА СПРОТИВ ЗНОШУВАННЮ

Стан зношеної поверхні деталі характеризується фізико-механічними властивостями і структурою, які значно відрізняються від властивостей нової деталі наявністю залишкових напруг, різним ступенем наклепу і його глибиною.

Так, структура зношених поверхневих шарів зубців відомого вала коробки передач автомобіля більш дисперсна, чим у серцевині. Це свідчить про інтенсивне пластичне деформування і подрібнення зерен. Структура поверхневого шару неоднорідна. Разом з ділянками відпущеного мартенситу мають місце поля троститу і фериту. Така неоднорідність структури не може забезпечити достатню довговічність. В тих місцях, де ділянки троститу і фериту близькі до поверхневого шару, останній буде продавлюватись, ініціюючи розвиток руйнівних процесів. І, від того наскільки далеко зайшли ці зміни, залежить спроможність поверхневого шару чинити опір руйнуванню, а звідси і залишковий ресурс деталі. Дослідження зношеного поверхневого шару дозволило встановити, що при пластичній деформації поверхневих шарів виникають тріщини на кінцях мартенситних голок, що створює концентрацію напруг, які проявляються адже на глибині 1-2 мм.