

УДК 621.983.044

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОКУЗОВОВ

Тараненко М. Е. д-р техн. наук, проф.

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»

Abstract

The possibility of efficient manufacture of auto-body panels based on the use of electro-hydraulic presses with spatio-temporal control of loading a sheet blank is shown and briefly substantiated. The technology has been developed for non-mass production of cars. The advantages with existing manufacturing methods come down to reducing time and costs. Rational conditions for the application of the method are indicated. The possibility of manufacturing parts from modern automobile stocks and alloys is determined.

Keywords: electro-hydraulic stamping, press, tooling, sheet billet, load control

Вступление

Предлагается эффективный метод изготовления автокузовных деталей из современных автомобильных сталей. Метод основан на использовании электрогидравлического эффекта. Описано применение созданного электрогидравлического прессы с высокой запасаемой энергией для изготовления автокузовных деталей специальных микроавтобусов «Сула», автомобилей семейства ВАЗ, элементов крыши автобусов «Эталон» и ряда других транспортных средств.

Эффективность метода предопределяется возможностью использования упрощенной технологической оснасткой, малыми сроками технологической подготовки производства и высоким качеством деталей, обусловленного минимальным короблением.

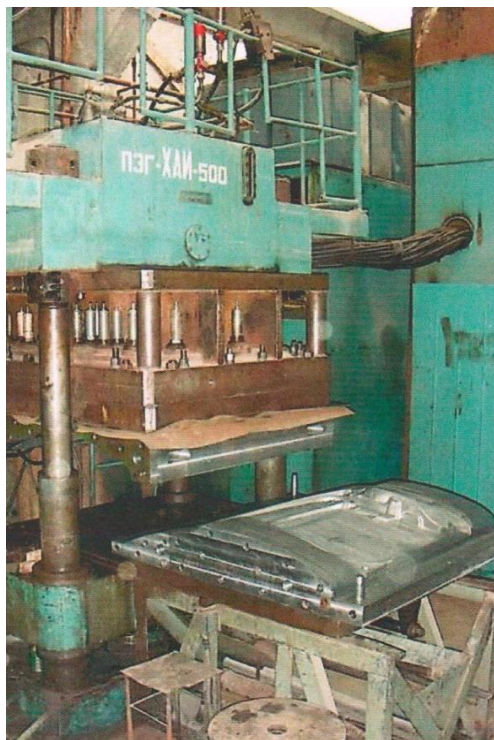
Анализ предыдущих исследований

Известные методы изготовления деталей кузова автомобилей сводятся к применению двух методов – штамповке на механических или гидравлических прессах с применением для формообразования пуансона и матрицы [1, 2] и штамповке на оригинальных прессах концерна АВВ (Швеция) эластичной и жидкой средой [3- 5]. Первый метод требует больших капитальных затрат и сроков подготовки производства и отличается большой производительностью. При использовании второго метода применяется только один формоизменяющий элемент (матрица или пуансон), а роль второго элемента играет эластичная (жидкая) среда.

Обоим методам присущ серьезный недостаток – коробление (пружинение или поводка) отштампованных деталей, изготавливаемых из современных автомобильных сплавов типа IF, BH, DP. Такие деформационно-упрочняемые материалы подвержены большому короблению, что затрудняет сборку деталей.

За последние 15 лет во многом исследована, отработана технология формообразования крупногабаритных листовых деталей на электрогидравлических прессах [6]. Проведённые исследования позволили

разработать уникальный многоконтурный электрогидравлический пресс ПЭГ-ХАИ-500 (рис. 1), обладающий возможностью пространственно–временного управления нагружением.



Краткая техническая характеристика		
Запасаемая энергия, кДж		до 500
Рабочее напряжение, кВ		до 40
Расстояние между колоннами в просвете, мм		1170
Длина штампуемой заготовки, мм		до 1800
Средняя длительность цикла, с		280
Эквивалентное статическое давление, МПа		120
Количество разрядных контуров, шт.		28
Установочная мощность, кВт		20

Рисунок 1 – Внешний вид технологического блока прессы ПЭГ-ХАИ-500

На этом прессе были отработаны технологии штамповки разнотипных деталей кузова различных машин:

– передних и задних участков крыши, панелей арок задних колёс специальных микроавтобусов семейства «Сула» (г. Лубны, Полтавская обл.), (рис. 2);



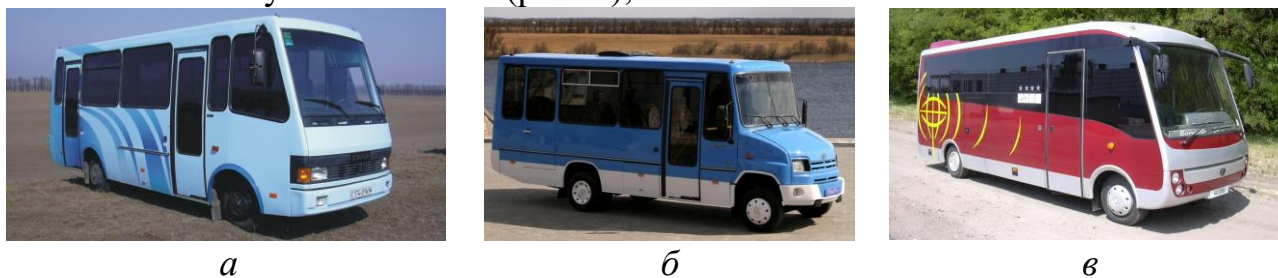
a



б

Рисунок 2 – Варианты моделей автобусов с одинаковыми кузовными панелями: *a* – микроавтобус специального назначения; *б* – машина дорожной службы

– унифицированные угловые (передние, задние) участки крыши семейства автобусов «Эталон» (рис. 3);



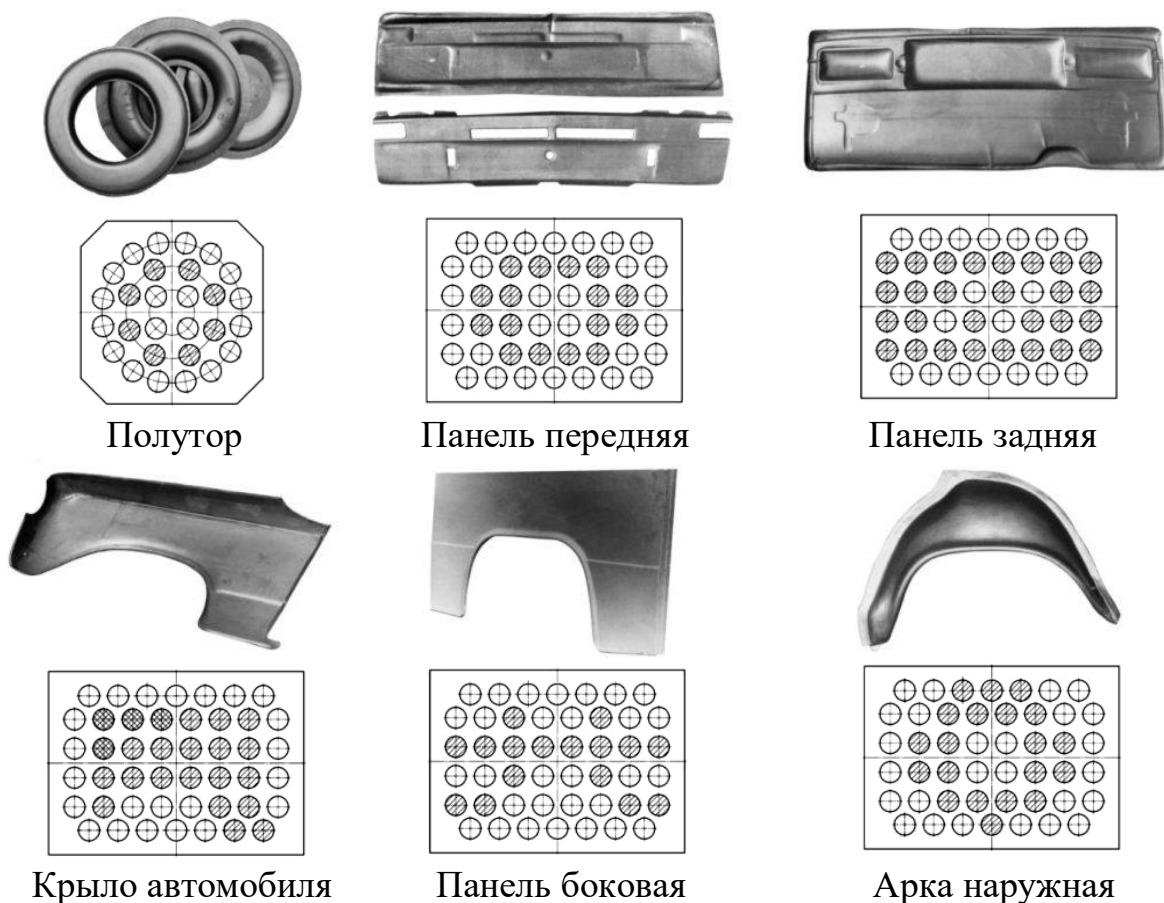
а

б

в

Рисунок 3 – Внешний вид автобусов малого класса: а – модели БАЗ-А079.04 «Эталон»; б – модели ХАЗ-3230.01 «Скиф»; в – модели БАЗ-3203 «Эдельвейс»

– некоторые детали кузовов автомобилей ВАЗ (рис. 4, показаны возможные варианты управления концентрированного приложения нагрузки над трудноформобразуемыми участками разных типов деталей).



Полутор

Панель передняя

Панель задняя

Крыло автомобиля

Панель боковая

Арка наружная

Рисунок 4 – Варианты используемой структуры поля нагружения для различных деталей. Заштрихованные круги – разрядные полости, в которых производится разряд одного контура (одиночная штриховка) и двух контуров (двойная штриховка, см. Крыло автомобиля)

В целом, управление местом концентрации электрогидравлического нагружения позволяет оценить преимущества предложенного метода штамповки. Они сводятся к следующему:

- снижению энергозатрат на штамповку разных типов деталей до 6...8 раз (с учетом упрощения применяемой оснастки);
- уменьшению расхода штампуемого металла путем равномерного по поверхности распределения деформаций утонения и, как следствие, минимизация технологических припусков до 18 %;
- повышению качества изготавливаемых деталей и точности их геометрической формы из-за уменьшения коробления.

Последнее обнаружено во многом случайно, при сравнении формы отштамповок, изготовленных приложением статического давления (штамповка эластичной средой) и на электрогидравлическом прессе.

Постановка проблемы

В итоге проведенных исследований и опытной отработки техпроцессов штамповки разных типов деталей из различных материалов появилась проблема создания математической модели процесса формообразования детали для его оптимизации. Это достаточно сложная задача с учетом того, что процесс протекает в гетерогенной среде (твёрдые и податливые упруго-вязко-пластические границы, жидкая среда) и носит импульсный характер, а также деформации границ достигают сотен процентов.

Наблюдаемый эффект существенной релаксации остаточных напряжений в отштамповке во многом определяется условиями вибропластического нагружения [7-11]. Необходимы физическая и математические модели процесса пластического течения металла в условиях виброимпульсного нагружения. Разработанная конструкция многоконтурного электрогидравлического прессы с многоэлектродным разрядным блоком позволяет управлять временными параметрами нагружения в микросекундном и минутном диапазонах.

Цель и задачи дальнейших исследований

Такой целью является повышение технико-экономической эффективности электрогидравлической штамповки автокузовных крупногабаритных деталей, снижение времени и затрат на технологическую подготовку производства и повышение качества получаемых деталей кузовов автомобильного транспорта.

Эта цель может быть достигнута при решении комплекса многопрофильных задач:

- по синтезу матмоделей процессов;
- исследованию механических характеристик металлов при импульсном нагружении;
- ряда конструкторских задач по приспособлению предложенной схемы процесса к разным условиям производства;
- определения областей эффективного применения метода в координатах объема инвестиций от объемов производства, времени подготовки производства и качества продукции.

Промежуточные результаты решения задач

В работе [8] описаны и изучена трёхмерная вычислительная модель процесса распространения волн давления и возникновения нагрузки в жидкости, находящейся в жёсткой неосесимметрической камере. Используются метод ALE, малочувствительный к вихрям в жидкости, позволяющей описывать взаимодействие жидкости и газа, с одной стороны, и твёрдого тела, с другой, при высокой степени деформации без нарушения устойчивости вычислительного процесса.

Получены осциллограммы изменения давления в жесткой камере, позволяющие утверждать о возможности управления параметрами виброимпульсного нагружения (рис. 5). Разработаны эмпирические и аналитические зависимости управления амплитудными и временными параметрами.

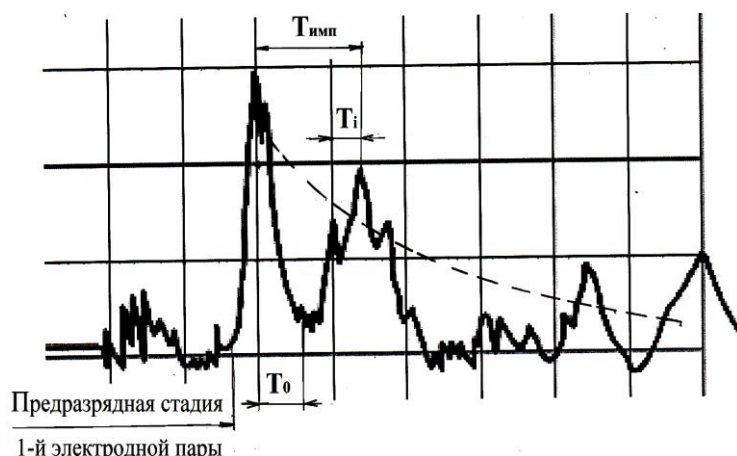


Рисунок 5 – Характерная осциллограмма давления при ЭГ-разряде на 4-х электродных парах, расположенных по окружности $\varnothing 230$ мм

В целом можно сделать вывод о качественной адекватности синтезированной модели реальным процессам. Предстоит уточнение модели к условиям реального технологического процесса.

Определены области эффективного применения разработанного метода (рис. 6).

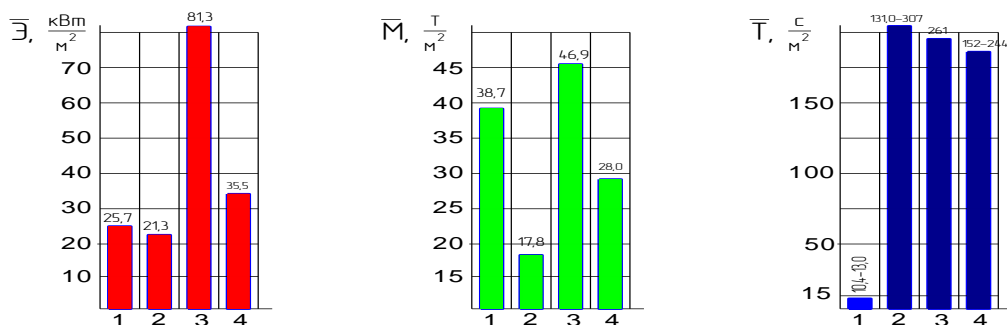


Рисунок 6 – Сравнение удельных показателей энергопотребления ($\bar{Э}$), металлоемкости (\bar{M}) и трудоемкости (\bar{T}) типовой листоштампованной детали на прессах: 1– кривошипных; 2– гидравлических; 3– штамповки эластичной и жидкой средой "Quintus"; 4– электрогидравлических.

Возросший интерес к использованию ЭГ-установок для штамповки деталей из листовых заготовок вызван широкими технологическими возможностями, низкими показателями ресурсопотребления при производстве, возможностью подстраиваться к современным требованиям производства. Сравним, например, такие показатели ресурсопотребления:

- энергопотребление на единицу площади рабочего стола прессы \bar{E} , кВт/м²;
- металлоемкость оборудования, отнесенная к той же площади, \bar{M} , т/м²;
- трудоемкость штамповки (включая установку и снятие оснастки), отнесенная к площади рабочего стола прессы (характеризует технологические возможности штамповки деталей по габаритам), \bar{T} , с/м².

Такое сравнение дает возможность построения шкал ПК по выбранным для анализа показателям [9].

Оценены потребные энергетические и размерные параметры электрогидравлических прессов, на которых возможно эффективное производство автокузовных панелей современных транспортных средств из существующих автомобильных сплавов (рис. 7).



Рисунок 7 – Залежність потребної енерговооруженості ЭГ-пресов для ЭГ-штамповки складних автомобільних панелей

Выводы

В современных условиях Украины возможна организация эффективного производства автомобилей специального назначения, базирующихся на последних научно-обоснованных технологиях, широкой кооперации с мировыми лидерами автостроения. Это вполне достижимо при наличии экономических инноваций.

Литература

1. Серепьев, В. В. Опыт построения вытяжных переходов для облицовочных деталей автомобилей. М. : Гостехиздат. 1958. 96 с.
2. Ровинский, Г. Н. Штамповка крупногабаритных деталей в автомобильной промышленности. М. ; Л. : Машгиз. 1962. 76 с.

3. Quintus flexform. Sheet metal forming. ABB Metallurgy. Pamphlet A08-4003E. Printed in Sweden 1990-08. P. 14–30.
4. Stefan Nilsson (ABB Industrial Systems Inc.). Prototype Low-Volume Fabrication of Automotive Sheet Metal Parts Applying Flexforming. Detroit, Michigan, February 27 – March 3. 1989. P. 21-45.
5. Quintus fluid Form Deep-Draw Presses. Michigan Göransson (Quintus Sheet Metal Forming Department ABB Metallurgy AB), Flexair'90, at Deutsche Airbus, Bremen, November Band 14. 1990. P. 4–28.
6. Тараненко, М. Е. Электрогидравлическая штамповка: теория, оборудование, техпроцессы: монография в 2 ч. Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». 2011. 272 с.
7. Дідик, Р. П., Кузнецов, Е. В. і Забара, В. М.. Фізичні основи міцності : підручник. Д. : Наука та освіта. 2005. 608 с.
8. Нарыжный, А. Г. Вычислительная модель электрогидравлического эффекта. Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. Сб-к науч. тр. Нац. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». Вып. 54. Харьков: ХАИ, 2012. С. 112-124.
9. Тараненко, М. Е. Квалиметрия в листовой штамповке : учебник. Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». 2015. 133 с.
10. Гриньків, А. В. Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів. Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосп. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2016. №29. С. 25-32.
11. Аулін, В. В., Лисенко, С. В., Кузик, О. В., Гриньків, А. В., Голуб, Д. В. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення. Монографія. Кропивницький: видавець Лисенко В.Ф.. 2016. 304с.
12. Аулін В.В., Гриньків А.В. Методика вибору діагностичних параметрів технічного стану транспортних засобів на основі теорії сенситивів // Науковий журнал "Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів". – №5.– Харків: ХНТУСГ, 2016. – С. 109-116
13. Hrynkiw A. Operational evaluation of motor oils of trucks by their thermal oxidative stability. Технологический аудит и резервы производства. - Харків : Технологічний центр, 2019. - № 3 (1). - С. 25-30.