

Учредители

- Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
- Московский государственный индустриальный университет

Издатель

ФГБОУ ВПО «МГИУ»

Журнал зарегистрирован 30 декабря 2004 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-19294

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 2'2012

Выходит 4 раза в год

ISSN 1815-1051

В номере

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Ганиев Р.Ф., академик РАН, директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Скопинский В.Н., д.т.н., проф. (МГИУ)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Овчинников В.В., д.т.н., проф. (ФГУП «РСК МИГ»)

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Алешин Н.П., академик РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Асташев В.К., д.т.н., проф. (Москва)

Беляков Г.П., д.э.н., проф. (Красноярск)

Бобровницкий Ю.И., д.ф.-м.н., проф. (Москва)

Вайсберг Л.А., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Горкунов Э.С., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Екатеринбург)

Григорян В.А., д.т.н., проф. (Москва)

Дроздов Ю.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Индейцев Д.А., член-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф. (Санкт-Петербург)

Колесников А.Г., д.т.н., проф. (Москва)

Кошелев О.С., д.т.н., проф. (Н. Новгород)

Лунев А.Н., д.т.н., проф. (Казань)

Махутов Н.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Пановко Г.Я., д.т.н., проф. (Москва)

Перминов М.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Петров А.П., д.т.н., проф. (Москва)

Полилов А.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Поникаров С.И., д.т.н., проф. (Казань)

Приходько В.М., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Резчиков А.Ф., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Саратов)

Рототаев Д.А., д.т.н., проф., акад. РАРАН (Москва)

Теряев Е.Д., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Федоров М.П., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Чаплыгин Ю.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Шляпин А.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Штриков Б.Л., д.т.н., проф. (Самара)

МАШИНЫ И СИСТЕМЫ МАШИН

В.Е. Свистунов, В.А. Чубуков, А.Г. Матвеев, А.А. Гартвиг
Предохранение кривошипных листоштамповочных прессов-автоматов от перегрузок 2

ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Б.Б. Бобович

Формование деталей кузова автомобиля из армированных полимерных композитов методом напыления 13

И.В. Сидько, Е.С. Фоменко

Диагностика состояния поверхностного слоя деталей при обработке поверхностным пластическим деформированием 19

О.В. Таратынов, В.В. Клепиков

Повышение эффективности метода упрочняющего шлифования 25

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В.П. Красин, С.И. Союстова, А.А. Вернер

Влияние размерного фактора на положение фазовых границ в системах из несмешивающихся компонентов 29

А.А. Потапова, В.В. Столяров,

А.Б. Бондарев, В.А. Андреев

Исследование возможности применения электропластической прокатки для получения прутков из сплава TiNi 33

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИН И СИСТЕМ

Д.П. Алексеев, А.А. Шейпак

Математическая модель расчета утечек через торцевой зазор пластинчатого насоса двукратного действия 39

С.Е. Люминарский, И.Е. Люминарский

Математическая модель волновой зубчатой передачи с дисковым генератором волн 45

В.Н. Скопинский, Н.А. Берков, А.Б. Сметанкин

Определение предельного давления в соединениях пересекающихся эллипсоидальной и цилиндрической оболочек 53

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

М.В. Лукьяненко, О.А. Полежаев, Н.П. Чурляева

Перспективы вузовской подготовки и развития систем непрерывного профессионального образования инженеров на предприятиях 59

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

Подписка на журнал

«Машиностроение и инженерное образование»

проводится в Издательстве МГИУ

Тел.: (495) 620-39-92. E-mail: mio@msiu.ru

Подписной индекс Роспечати 36942

Уважаемые читатели!

Журнал «Машиностроение и инженерное образование» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора или кандидата наук.

ПРЕДОХРАНЕНИЕ КРИВОШИПНЫХ ЛИСТОШТАМПОВОЧНЫХ ПРЕССОВ-АВТОМАТОВ ОТ ПЕРЕГРУЗОК

В.Е. Свистунов, В.А. Чубуков, А.Г. Матвеев, А.А. Гартвиг

Приведены результаты исследования экстремального нагружения листоштамповочного пресса-автомата с использованием математической модели. Проведена оценка уровня перегрузок пресса-автомата и предложен комплекс мер по их ограничению.

Ключевые слова: пресс-автомат, экстремальное нагружение, перегрузка, гибкий производственный модуль, линейный и крутильный колебательные контуры, упругопластическое предохранение, статистическое предохранение, поверхность допустимых сил.

Введение

Принцип действия кривошипных штамповочных машин (КШМ) основан на сочетании неревверсируемого в рабочих режимах электромаховичного главного привода с рычажным (иногда с кулачковым, кулачково-рычажным или зубчато-рычажным) исполнительным механизмом, имеющим фиксированные крайние положения. КШМ имеют, по крайней мере четыре, достоинства, которые позволяют им занимать ведущее положение в парке кузнечно-прессовых машин машиностроительного производственного цикла. К ним относятся наивысшая производительность среди машин, работающих штампами или ножами; возможность осуществления всех видов штамповки и упругопластического разделения; высокая точность получаемых изделий вследствие фиксированного крайнего рабочего положения подвижного инструмента в пределах упругой деформации системы «пресс – инструмент – заготовка»; доступная автоматизация вследствие циклового характера движения исполнительного механизма.

Основным недостатком КШМ является предрасположенность к перегрузкам, связанная с избыточной энергией в главном приводе, жесткой кинематической связью звеньев исполнительного механизма и высокой жесткостью системы. При сбое технологического процесса возникают значительные перегрузки деталей главного привода, исполнительного механизма и станины, особенно опасные в районе крайнего рабочего положения.

Постановка задачи

Большинство КШМ оснащается или может быть оснащено устройством для предохранения от перегрузок (гидравлическим, пружинно-рычажным, на основе ломкого элемента и др.). Исключение составляют быстроходные КШМ, в которых эти устройства отсутствуют по различным причинам: пружинно-рычажные устройства не вписываются по габаритам, гидравлические или гидромеханические устройства слишком инерционны, ломкие предохранители имеют низкую точность срабатывания в связи с постепенным снижением силы срабатывания в результате усталостных явлений [1, 2] и т.д.

Наиболее быстроходными из КШМ являются листоштамповочные прессы-автоматы с верхним приводом и рабочей частотой непрерывных ходов до 2000 мин⁻¹, которые используются в основном для штамповки сверхбольших серий изделий (магнитопроводов статоров и роторов электродвигателей и сердечников трансформаторов). Применение листоштамповочных пресс-автоматов в условиях относительно малых серий изделий ограничено в связи с отсутствием эффективных систем предохранения от перегрузок. Поскольку уменьшение размеров серии изделий ведет к увеличению числа переналадок пресса-автомата, повышается вероятность сбоев технологического процесса и, соответственно, возникновения перегрузок. При наличии эффективных систем предохранения данные прессы-автоматы могут быть использованы для изготовления изделий широкой номенклатуры.

Разработка систем предохранения быстро-

ходных листоштамповочных прессов-автоматов в условиях экстремального нагружения требует определения уровня вероятных перегрузок, чему и посвящена данная работа. Под экстремальным понимается нагружение, не предусмотренное паспортными и расчетными характеристиками пресса-автомата, при котором в его узлах возникают нагрузки, превышающие допустимую силу на ползуне и расчетный крутящий момент на главном валу.

Отношение максимальной для конкретного технологического нагружения силы, действующей на ползун, к номинальной силе пресса-автомата будем называть перегрузкой в линейном контуре (перегрузкой по силе), а отношение максимального крутящего момента на главном валу к расчетному – перегрузкой в крутильном контуре (или перегрузкой по крутящему моменту).

Объект и метод исследования

В качестве объекта исследования выбрали быстросходный листоштамповочный пресс-автомат с номинальной силой 1 МН, входящий в состав гибкого производственного модуля листовой штамповки, предназначенного для высокопроизводительной автоматической многооперационной штамповки изделий из ленты путем вырубки, гибки, неглубокой вытяжки и других операций в штампах последовательного действия. Предполагаемая (расчетная) годовая производительность модуля (применительно к условиям производства грузовых автомобилей годовой программой выпуска около 200 тыс. шт.) соответствует совокупной производительности бо-

лее 100 автоматизированных универсальных прессов с валковой или клещевой подачей [1]. Входящий в состав модуля пресс-автомат относится к КШМ и является вертикальным закрытым прессом с верхним приводом.

Основные технические характеристики исследуемого пресса-автомата

Номинальная сила	1 МН
Рабочая частота непрерывных ходов	100–500 мин ⁻¹
Мощность главного электродвигателя	30,5 кВт
Ход ползуна	40,6 мм
Радиус кривошипа исполнительного механизма	20 мм
Угол наклона шатунного пазы ...	10°
Радиус кривошипа контрмеханизма	55 мм
Величина регулировки закрытой высоты	7 мм
Размер ползуна в плане	850×850 мм
Эффективная жесткость пресса	1,05 МН/мм
Высота пресса	2750 мм

В качестве исполнительного механизма (ИМ) используется компактный кривошипно-ползунный механизм с нулевым коэффициентом шатуна и наклонным по отношению к штамповой плоскости пазом перемещения шатуна в ползуне (рис. 1). ИМ данного типа имеют

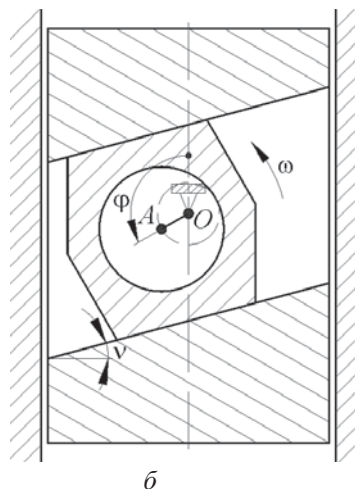
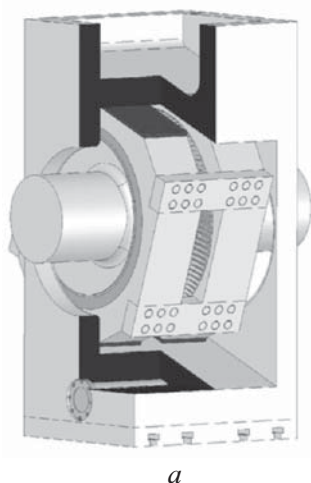


Рис. 1. Компактный кривошипно-ползунный ИМ с наклонным шатуном бесконечной кинематической длины (а) и схема, иллюстрирующая кинематику механизма (б):

φ_1 – угол поворота главного вала; ν – угол наклона шатунного пазы; ω – угловая скорость кривошипа