

временно достигало значений предельных эксплуатационных перегрузок при максимальных значениях высших производных радиальной дальности.

**Заключение.** Моделирование одного из видов движения СМЛА, приводящего к возникновению высших производных радиальной дальности до ЛА, позволило получить численные оценки уровня радиальных ускорений и инверсий для различных параметров систем управления и режимов полета и определить характер их изменений. Анализ результатов моделирования показывает, что управление вектором тяги двигателя в большей степени сказывается на уровне третьей производной радиальной дальности, в то время как непосредственное управление подъемной силой – на уровне второй. Причем управление вектором тяги двигателя приводит к значительному росту высших производных радиальной дальности при меньших скоростях полета ЛА, чем при управлении подъемной силой. Результаты моделирования так же дают основание утверждать, что наибольшее влияние маневрирования СМЛА на работу РТСС оказывается при углах мест, близких к  $90^\circ$ .

Следует все же отметить, что численные значения, полученные в работе, являются ориентировочными, поскольку движение ЛА рассматривалось как движение материальной точки, не учитывалось возможное изменение ориентации ЛА при совершении маневра. Кроме того, звенья систем непосредственного управления подъемной силой и управления вектором тяги двигателя рассматривались как инерционные звенья первого порядка. Более точные модели этих звеньев позволят уточнить полученные численные характеристики уровня высших производных дальности.

**Список литературы:** 1. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки: [підруч. для вищих навчальних закладів (напрямок «Авіація і космонавтика»)] Ч. 1 / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, М.М. Федотов. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2002. – 468 с. 2. Авиация. Энциклопедия / гл. ред. Г.П. Свищев. – М.: БЭС, 1994. – 736 с. 3. Канащенко А.И. Облик перспективных бортовых радиолокационных систем. Возможности и ограничения / Канащенко А.И., Меркулов В.И., Самарин О.Ф.– М.: ИПРЖР, 2002. – 176 с. 4. Остославский И.В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов / И.В. Остославский, И.В. Стражева – М.: Машиностроение, 1969. – 500 с. 5. Типугин В.Н. Радиоуправление / В.Н. Типугин, В.А. Вейцель – М.: Советское радио, 1962. – 750 с.

*Поступила в редколлегию 12.04.2010*

**УДК 621.96**

**К.К. ДИАМАНТОПУЛО**, канд. техн. наук, доцент, ПГТУ, г. Мариуполь  
**М.О. ЛЕСОВОЙ**, аспирант, ПГТУ, г. Мариуполь

**ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛЕНИЯ ГНУТЫХ**

## ПРОФИЛЕЙ И ТРУБ

Розглянуті і проаналізовані різновиди розділового інструменту і технології розділення гнутих профілів і труб. Визначені шляхи підвищення якості зрізу, збільшення продуктивності і номенклатури завдяки впровадженню у виробництво нового оснащення і інструменту.

Considered and analysed to the variety of dividing instrument and technology of division of the bent types and pipes. The ways of upgrading of cut are certain, increases of the productivity and nomenclature due to applying in industry of the new rigging and instrument.

В последнее время в мире наметилась устойчивая тенденция к применению все большего количества гнутых металлических профилей в строительной индустрии. За последние 10 лет увеличились не только объемы производства гнутых металлических профилей, но и существенно расширился их сортамент. Сегодня гнутые профили применяются практически во всех областях строительства – от армирования металлопластиковых окон, возведения несущих и ограждающих конструкций до применения их в качестве финишных, отделочных и декоративных элементов.

Широкое применение гнутых профилей для строительства обусловлено значительной экономией металла и трудовых затрат, возможностью получения тонкостенных гнутых профилей практически любого поперечного сечения. Первые упоминания о применении гнутых металлических профилей для строительства относятся к 1855 г., когда для возведения муниципального здания в Нью-Йорке применялись двутавровые балки, собранные из двух профилей швеллерного типа, соединенных заклепками. Для удовлетворения растущего спроса на гнутые профили еще в прошлом веке были спроектированы, построены и введены в эксплуатацию профилегибочные станы. Например, в США первые профилегибочные агрегаты были установлены в 1910г., в Европе они появились несколько позже. В настоящее время промышленное производство гнутых профилей является необходимым атрибутом всех экономически развитых стран.

Резка металла на заданные по длине размеры ведется на всех предприятиях, связанных с его производством или переработкой. Будучи неотъемлемой частью производственного процесса, резка металла в ряде случаев становится «узким местом», ограничивающим производственные возможности. Это касается, главным образом, резки металла большого сечения или металла, находящегося в движении, в частности, резки профилей и труб. Резка движущегося металла известным в производстве методом с применением летучих отрезных устройств характеризуется малой производительностью, наличием стружки, малыми межремонтными сроками работы уникального оборудования, большими технологическими припусками и другими недостатками [1,2].

В ряде случаев летучие отрезные устройства, в виду их низкой пропускной способности, являются элементами, ограничивающими производительность основных агрегатов, например, трубоэлектросварочных (ТЭС) и профилегибочных станков (ПГС) [2-6].

В связи с выше изложенным становится очевидной необходимость совершенствования существующих и изыскания прогрессивных методов разделения движущихся профилей.

Целью настоящей работы является анализ разделительных операций в линии ПГС и ТЭС. Совершенствование процессов резки непрерывно движущегося материала требует определения перспективных направлений развития технологии его разделения.

Возникающие проблемы во время резки непрерывно движущегося металла (проката, профиля, трубы) связаны с качеством получаемых заготовок, производительностью труда и остаются актуальными на нынешний день в связи с повышением стандартов качества, предъявляемых к изделиям, увеличения сортамента выпускаемой продукции и стремлением повышения производительности труда.

Однако ранее известные устройства для резки проката не позволяли выполнять технологические операции по разделению непрерывно движущегося металла. В связи с этим было предложено устройство [7], содержащее втулочные ножи со скошенной поверхностью. Для обеспечения резки непрерывно движущегося проката (рис.1), угол скоса втулочного ножа выполняется равным по крайней мере углу, образованному вектором скорости перемещения подвижного ножа и результирующей от его геометрического сложения с вектором скорости перемещения проката, а подвижный плоский нож выполнен с полостью, расположенной со стороны торца втулочного ножа, и установлен с возможностью поворота в плоскости, параллельной плоскости его перемещения. С целью повышения качества реза подвижный плоский нож снабжен пружинами, поджимающими его к торцу втулочного ножа, перед началом процесса резки.

В процессе резки режущая кромка поворотного ножа поднимается к кромке неподвижного ножа дифференцированным моментом, возникающим от действия сил сопротивления резу, приложенным в разных плоскостях.

Предложенное устройство позволяет выполнять резку движущегося металла, но его недостатком было невысокое качество поверхности среза заготовок. С целью повышения качества среза, устройство [7] было снабжено узлом принудительного поворота подвижного плоского ножа [8]. Узел принудительного поворота подвижного плоского ножа выполнен в виде толкателя, расположенного со стороны торца втулочного ножа и скрепленного с подвижным плоским ножом, и подпружиненного поворотного рычага, шарнирно связанного со станиной и взаимодействующего с толкателем. Таким образом, устройство позволяет исключить контакт поворотного плоского ножа с поверхностью изделий, исключить его затупление и нанесение на ней механических повреждений (риски, царапины), что позволило повысить качество изделий и выход годного. При использовании данного устройства актуальной остается проблема низкой производительности труда.

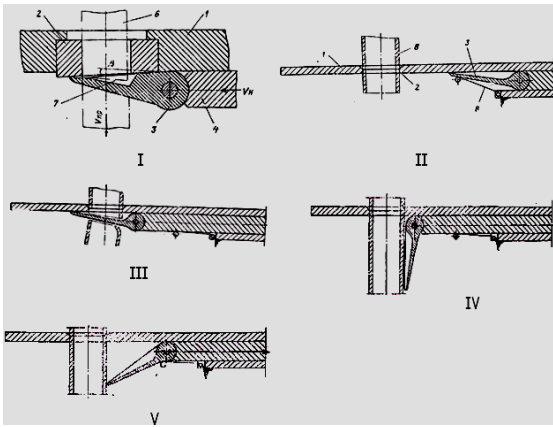


Рис. 1. Устройство для резки проката:

I-V- этапы резки:

- 1- станина; 2- втулочный нож; 3- плоский нож ; 4- суппорт; 5- силовой цилиндр; 6- прокат; 7- полость в ноже; 8- пружина.

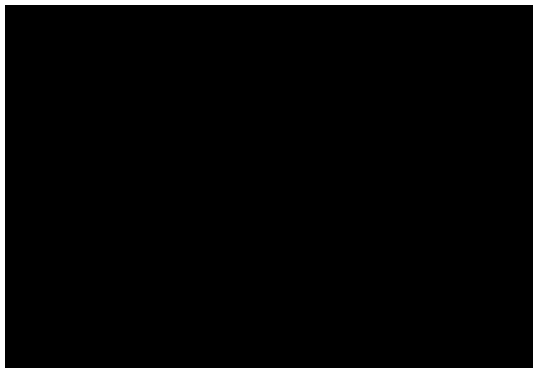


Рис 2. Штамп для резки движущегося материала:

- 1-основание; 2- ось; 3- держатель втулочного ножа; 4- втулочный нож; 5-гайка; 6- тяга; 7- ось; 8-втулочный нож; 9- ось; 10- плоский приводной поворотный нож; 11, 12- пружины; 13- ноже держатель; 14- шарнир; 15- толкатель; 16- пружина; 17- ось; 18-рычаги; 19- втулка; 20- ось; 21, 22- кронштейны; 23- болт.

устройства [9], т.к., ограничивало сортамент продукции в виду невозможности качественного разделения заготовок. С целью расширения номенклатуры разрезаемых профилей и повышения качества резки устройство [10], приведенное на рис.3, снабжено узлом поворота матрицы [11] который смонтирован в виде ресивера, дросселя и силового цилиндра, размещенного в держателе подвижного плоского ножа и взаимодействующего с матрицей при помощи штока, в котором сделан канал, соединяющий полость силового цилиндра с ресивером.

Устройство (см. рис. 3) содержит корпус 1, роликовую опору 2 и матрицу 3, размещенные в корпусе, плоский нож 4, шарнирно соединенный с держателем 5 и установленный с возможностью возвратно-поступательного перемещения по-

В связи с этим в 1982 году было предложено устройство [9] позволяющее повысить качество разделяемых заготовок и производительность труда за счет снабжения устройства держателем, втулочным ножом, размещенным со стороны разрезаемого материала, шарнирно смонтированный в держателе, причем втулочный нож, размещенный со стороны отрезаемой заготовки, шарнирно связан с держателем, при этом держатель посредством тяг шарнирно связан с основанием, а оба втулочных ножа подпружинены к основанию (см. рис.2).

В связи с применением устаревших конструкций устройств для резки движущегося профиля и обновлением номенклатуры выпускаемой продукции возникла проблема искажения формы изделий во время разделительных операций. Устройство которое частично позволяет решить возникшие проблемы может решить конструкция по источнику [10], которая позволят резать на ходу только профили, имеющие жесткость, достаточную для преодоления сопротивления, создаваемого силами трения в роликах опоры, шарнирах ножа и матрицы, что являлось существенным недостатком

средством привода в направлении, перпендикулярном к перемещению металла, и узел 6 поворота матрицы 3.



Рис 3. Устройство для резки движущегося профильного материала

Режущая кромка плоского ножа 4 контактирует с торцом матрицы 3, которая установлена краем 7 шарнирно в корпусе 1, а краем 8 — с возможностью перемещения по радиусу на роликовой опоре 2, и подпружинена относительно держателя 5. Ось 9 шарнира, соединяющая плоский нож 4 через держатель 5 с приводом, расположена перпендикуля-

рно к направлению перемещения металла. Узел 6 поворота матрицы 3 выполнен в виде ресивера 10, дросселя 11, гибкого трубопровода 12, связывающего дроссель 11 с ресивером 10, силового цилиндра 13 и штуцера 14, закрепленного на нем. Дроссель 11 может быть установлен или на ресивере 10 или на штуцере 14. Силовой цилиндр 13 размещен в держателе 5 и его шток 15 выполнен с каналом 16, соединяющим полость 17 силового цилиндра 13 с ресивером 10.

Одной из технических проблем в области резки движущихся гнутых профилей проката является безотходное разделение с сохранением геометрических размеров поперечного сечения профиля произвольной формы без ограничения скорости профилирования. Способы [12-15] резки движущихся труб в линиях различных станов включают перемещение профиля (трубы) в осевом направлении и окончательное отделение с отходом на прорезной слой мерной заготовки. Для резки движущегося профиля применяют одно из известных "летучих" отрезных устройств: "летучие" пилы, "летучие" штампы и т. п., которые не только искажают поперечное сечение профиля (смятие, завальцовка, косина реза подрезы, заусенцы и т. п.), но и ограничивают максимально возможную скорость профилирования, то есть снижает производительность стана, из-за необходимости возвратно-поступательного перемещения вместе с разрезаемым профилем режущего узла, имеющего значительную массу.

Известен способ резки профиля [16], заключающийся в том, что профиль предварительно надрезают сдвигом на величину, меньшую глубины трещинообразования, перемещают профиль в осевом направлении на величину длины отрезаемой заготовки, фиксируют его, а затем осуществляют предварительный надрез последующей заготовки и одновременно окончательно отрезают предыдущую заготовку по плоскости предварительного надреза.

Однако надрезка сдвигом готового профиля, особенно закрытого типа, приводит к сильному смятию поперечного сечения, а перемещение в осевом направлении на величину отрезаемой заготовки и последующая фиксация надрезанного профиля исключают возможность окончательного отделения мерной заготовки в процессе перемещения профиля в линии непрерывного стана, или недопустимо снижает производительность стана. Кроме этого окончательная отрезка предыдущей заготовки от профиля по плоскости предварительного надреза в направлении, противоположном направлению предварительного надреза, также приве-

дет к смятию поперечного сечения, как и в случае предварительного надреза профиля.

Решения данной проблемы возможно путём использования изобретения [17], суть которого приведено на рис.4, согласно которому после надрезки сдвигом неспрофилированной непрерывно движущейся ленты, производят спрямление её в направлении, противоположном направлению предварительного надреза, профилируют ленту в профиль требуемого сечения с последующим окончательным отделением профиля. При этом окончательное отделение профиля осуществляют приложением знакопеременной ломающей нагрузки или разогревом места надреза с приложением растягивающей нагрузки.

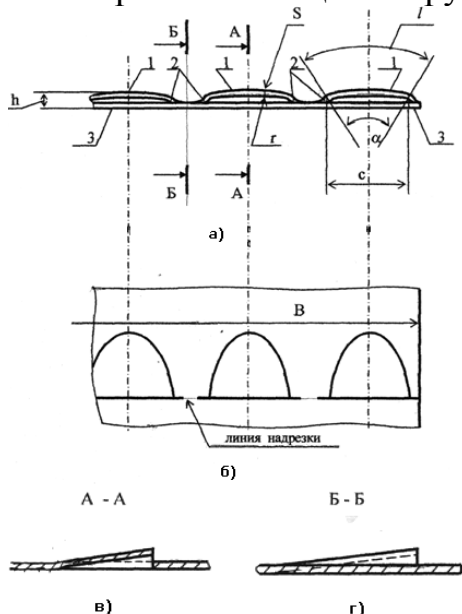


Рис. 4 - Надрезанная лента дугообразным ножом (фронтальный вид)

где: 1 - прорезанный участок; 2 - надрезанный участок; 3 - сплошная лента;  $h$  - толщина ленты;  $r$  - внутренний радиус дуги участка после сдвига с прорезкой;  $h$  - высота изгиба штабы после сдвига с прорезкой;  $l$  - длина дуги участка после сдвига с прорезкой;  $\alpha$  - центральный угол прорезки по дуге участка;  $c$  - ширина прорезанного участка (хорда при центральном угле); А-А, Б-Б - поперечные разрезы.

а) – Схема прорезки и надрезки полосы в поперечном направлении перед заходом в профилирующие ролики ПГС.

б) - Надрезанная лента дугообразным ножом (вид сверху), где  $B$  - ширина ленты.

в) - Поперечный разрез А-А - форма прорезанного участка.

г) - Поперечный разрез Б-Б - форма прорезанного участка.

ограничение на величину скорости профилирования, обусловленное необходимостью перемещать в двух направлениях на значительные расстояния со скоростью равной скорости перемещения профиля, массивный режущий узел "летучего" от-

Возможность разделения профиля любой формы появляется за счет того, что после надрезки сдвигом и спрямления движущейся полосы, получают ленту с концентраторами напряжений, перпендикулярными или под углом к боковой стороне ленты, далее из ленты профилируют гнутый профиль с концентратором, расположенным по всему сечению профиля, что предопределяет разделение профиля по плоскости надреза без смятия. Предложенные операции, выполняемые в указанной последовательности, позволяют исключить необходимость использования "летучего" отрезного устройства, так как процесс окончательного разделения профиля осуществляют в правильном агрегате при приложении знакопеременной ломающей нагрузки. Это, в свою очередь, позволяет снять

резного устройства, который установлен после правильного агрегата и занимающий значительные производственные площади. Однако данное устройство сложно технологически и требует конструктивных изменений путем исключения дополнительных узлов.

Представленный способ [18] позволяет улучшить качество выпускаемых изделий и повысить производительность труда.

Оптимизировать величину растягивающих напряжений и снизить деформацию в участках, которые прилегают к фигурному ножу, возможно также изменяя форму надреза, например, из дугообразной на П-образному или какую-то другую, или благодаря совместимому использованию формы ножей (верхний - нижний): плоский - дугообразный, дугообразный - плоский, дугоподобный- дугоподобный (в противофазе), плоский- П -образный, П -подобно-плоский, П- образный -П- образный (в противофазе), П- подобно-дугообразный (в противофазе), дугообразный- П- образный (в противофазе) и такое др.

Предложенное изобретение позволяет повысить качество реза и скорость профилирования при производстве гнутых профилей проката на непрерывных станах.

Таким образом, проанализировав известные устройства разделения гнутых профилей и труб, тенденцию развития номенклатуры и требований к качеству поверхностей разделяемых заготовок, приходим к выводу, что разработка новых способов разделения, исключающие недостатки известных, является актуальной технической задачей. Внедрение в технологический процесс инновационных изобретений в области разделения гнутых профилей и труб, позволит повышать производительность станов с возможностью получения тонкостенных гнутых профилей практически любого поперечного сечения без нарушения геометрической формы поперечного сечения профиля.

**Список литературы:** 1. Автоматизация трубопрокатных и трубосварочных станов. Волков В.В., Достенко М. А., Тетиор Л. Н. М., «Металлургия», 1976, 248с. 2. Соловцов С.С. Безотходная резка сортового проката в штампах/ С.С. Соловцов.-М.: Машиностроение, 198. -175с. 3. Веселовский С.Н. Резка материалов./С.Н. Веселовский.-М.: Машиностроение, 1973. -360с. 4. Диамантопуло К.К. Прогрессивная технология разделки исходных материалов в кузнечно-штамповочном производстве: учебное пособие/ К.К. Диамантопуло, А.П. Атрощенко Ж Мариупольский металлург.инст-т.- Мариуполь,1992.- 60с. 5. Авторское свидетельство СССР № 505532, М кл.<sup>2</sup>. В 23D 25/02. Летучие ножницы. Г.Р. Хейфец, А.Ф. Белоусов, Н.И. Шебенко. 6. Авторское свидетельство СССР № 540709, М кл.<sup>2</sup>. В 23D25/00. Устройство для резки движущегося профильного металла / А.Д. Кирицев, Диамантопуло К.К. (СССР).- №2186865 Заявл. 04.11.1975; Оpubл. 12.08.1976 Бюл. №48. 7. Авторское свидетельство СССР № 526460, М кл.<sup>2</sup> В26D 25/00, В 26D 1/00. Устройство для резки проката. А.Д. Кирицев, К.К. Диамантопуло, А.С. Брук, Г.Г. Эпштейн. (СССР).- №1938344; Заявл. 08.06.1973; Оpubл. 30.08.1976, Бюл. №32. -8с.; ил. 8. Авторское свидетельство СССР № 617187, М кл.<sup>2</sup>. В 23 D25/00, В26 D1/00. Устройство для резки движущегося профильного металла. А.Д. Кирицев, К.К. Диамантопуло. (СССР).- №2455803; Заявл. 23.02.1977; Оpubл. 30.07.1978, Бюл. №28. -4с.; ил. 9. Авторское свидетельство СССР № 674845, М кл.<sup>2</sup> В.23 D 25/00, В26 D 1/00. Устройство для резки проката. А.Д. Кирицев, К.К. Диамантопуло, А.П. Андриященко. (СССР).- №2605653; Заявл. 25.01.1978; Оpubл. 25.07.1979, Бюл. №27.-4с.; ил. 11. Авторское свидетельство СССР № 816704, М. кл.<sup>2</sup> В 23 D 21/00. Штамп для резки труб / А.З. Шпунт (СССР).- №2751032; Заявл. 11.03.1979; Оpubл.08.12.1979, Бюл. №12. 12. Авторское свидетельство СССР № 893418, М кл.<sup>2</sup> В 23 D 25/00, В 23 D 21/04. Штамп для резки движущегося материала. Л.Н.Соколов, Л.Л. Роганов, К.К. Диамантопуло

(СССР).- №2895727; Заявл. 17.03.1980; Оpubл. 30.12.1981, Бюл. №48. -бс.; ил. 13. Авторское свидетельство СССР № 1013136, М кл<sup>3</sup>. В 23 D 23/00. Штамп для резки профилей. С.С. Гаврилов, Н.С. Суворощев (СССР).- №3331845; Заявл. 01.09.1981; Оpubл. 5.02.1982, Бюл №15. 14. Авторское свидетельство СССР №1406895, М кл<sup>4</sup>. В 21 J 13/02. Устройство для получения деталей. К.К. Диамантопуло, Б.С.Каргин, А.Г. Дончев и А.В.Мкртчян (СССР).- №4109983; Заявл. 05.08.1986; Не опубл. 15. Авторское свидетельство СССР № 1311864 кл. В 23 D 21/00. Отрезной штамп / К.К. Диамантопуло, А.Д. Кирицев, С.Н. Горелов (СССР).- №3864314 Заявл. 04.03.1985; Оpubл. 13.02.1987, Бюл. №19. 16. Авторское свидетельство СССР № 15972534, кл. В 23 D 23/00. Способ разделения гнутых швеллеров и инструмент лутучих ножниц для его осуществления / В.В. Тюлевин, В.И. Грдневский (СССР).- № 2269411; Заявл. 04.07.1988; Заявл 04.05.1990, Бюл. №37. 17. Пат. 21171А Україна, МКВ 6 В 23 D 23/00. Спосіб поділу гнучких профілей прокату / К.К. Діамантопуло, В.І. Капланов, (Україна).- № 94043267; Заявл.12.04.1994; Оpub. 27.02.1998, Бюл. №1. -бс.; ил. 18. Пат. 4815U Україна МКВ 7 В 23 D 23/00. Штамп для поділу профілів / К.К. Діамантопуло, О.І. Сердюк, (Україна). – №20040403099; Заявл. 26.04.2004; Оpubл. 15.02.2005, Бюл.№2.- бс.; ил. 19. Пат. 4816U Україна МКВ 7 В 23 D 23/00. Спосіб поділу гнутих профілів. К.К. Діамантопуло, О.І. Сердюк, Ю.К. Діамантопуло, (Україна).- № 20040403100; Заявл. 26.04.2004; Оpubл. 15.02.2005, Бюл.№2.- бс.; ил.

*Поступила в редколлегию 12.04.2010*

**УДК 621.43**

**А.В. БЕЛОГУБ**, канд. техн. наук, технич. директор ОАО «АВТРАМАТ»

**В.А. ПЫЛЕВ**, д-р техн. наук, профессор, НТУ «ХПИ»

## **ОЦЕНКА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТОНКОСТЕННОГО ПОРШНЯ ДВС**

Запропоновано методику визначення високочастотного термонапруженого стану поверхні камери згоряння поршня двигуна внутрішнього згоряння у тривимірній постановці. Здійснено розрахунки для поршня двигуна MeMZ-2457. На основі отриманих результатів запропоновано розгалужену стратегію проектування поршнів, за якою для тонкостінних поршнів бензинових двигунів вилучаються процедури визначення ресурсної міцності камери згоряння.

Technique of determining high heat and surface combustion piston engine in 3-D. Calculations for piston engine MeMZ-2457. On the basis of the results, before branching strategy design, with a thin-walled Pistons gasoline engines are the procedures for determining resource strength of the combustion chamber.

**Постановка проблеми.** Поршень является одной из ресурсопределяющих деталей двигателей внутреннего сгорания (ДВС). При этом его конструкция в значительной степени влияет на все основные показатели современных двигателей. По этой причине разработка, изготовление, расширение первичного и вторичного рынков сбыта поршней отечественного производителя сегодня невозможны без соответствующего научного поиска, использования передовых математических моделей анализа и процедур проектирования, совершенствования на этой основе конструкторских возможностей участников процесса.

Традиционно основное внимание исследователей уделяется разработке концепции проектирования и обеспечения ресурсной прочности массивных поршней дизельных двигателей. Однако, несмотря на общую тенденцию относительного увеличения количества дизельных двигателей, их доля в Европе и, особенно, в странах СНГ, а также в Украине, далеко не превышает доли бензиновых. При