

Данные рис. 7 показывают, что веерообразные линии на поверхности разрушения, ориентированные в сторону участка долома, свидетельствуют о многоочаговости усталостного разрушения. Светлые пятна на рисунке - результаты циклического контактирования поверхностей разрушения.

Разрушение происходило по схеме циклического нагружения с концентратором напряжения. Концентратором (или концентраторами) при разрушении полуоси послужил слой дефектной структуры под упрочненным (закаленным) поверхностным слоем. Усталостная трещина по сечению дефектной сердцевины развивалась интенсивно, и по исчерпанию прочностных связей произошло разрушение по всему сечению.

Однозначный вывод по результатам данного исследования – аварийное разрушение полуоси обусловлено дефектной структурой её материала. Она разрушилась не от удара при опрокидывании автомобиля – это автомобиль опрокинулся из-за разрушающейся на ходу полуоси (стадия усталостного разрушения – долом).

По результатам исследования была оформлена экспертиза, на которую соответствующие службы «АвтоВАЗ» отреагировали оперативно и объективно – потерпевшему водителю был выделен новый автомобиль и был выполнен комплекс мероприятий, исключающий подобные нарушения технологии.

Список литературы

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1980. – 318 с.
1. Школьник Л.М. Методика усталостных испытаний. Справочник. – М.: Металлургия, 1978. – 482 с.

Получено 17.01.2014

УДК 621.919.2

Н.С. Дудак, Г.Т. Игыбаева, Ж.К. Мусина, А.Ж. Касенов, А.Ж. Таскарина
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар
Т.Б. Курмангалиев

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

КОНСТРУКЦИЯ ПРОТЯЖКИ ПРОФИЛЬНОЙ СХЕМЫ РЕЗАНИЯ С ВИНТОВЫМИ РАВНОШИРОКИМИ ЗУБЬЯМИ

Для чистовой обработки отверстий 7-8 квалитета точности и шероховатости поверхности $R_a=0,32...2,5$ мкм в основном применяется протягивание, обеспечивая высокую производительность труда.

Процесс протягивания выполняется только за счёт одного главного движения инструмента вдоль оси обрабатываемой поверхности, определяющего скорость резания. Движение подачи обеспечивается последовательно расположенными разновысотными режущими зубьями.

Профиль обрабатываемой поверхности зависит от формы профиля режущей кромки зубьев. Проектируются протяжки индивидуально для обработки поверхностей требуемого профиля, размера и точности, поэтому они являются инструментом специального назначения и используются в крупносерийном и массовом производстве.

Процесс протягивания выполняется с разными схемами резания. Различают следующие основные схемы резания: профильную; прогрессивную или переменного резания; генераторную (рис. 1).

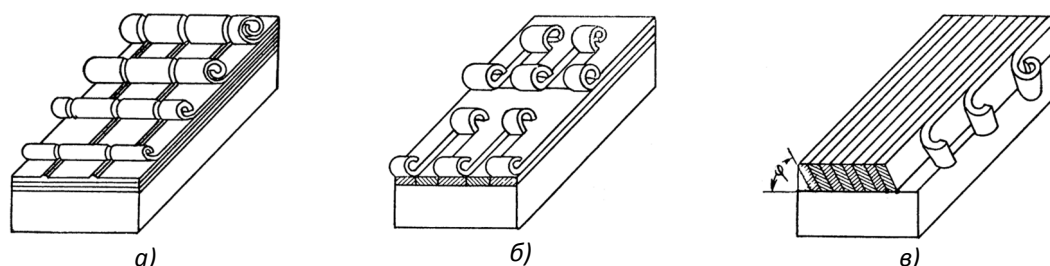


Рисунок 1 – Схемы резания при протягивании

Профильная схема резания (рис. 1,а) характеризуется тем, что, начиная с первого зуба, контур всех зубьев подобен (эквидистантен) окончательному профилю обработанной поверхности. В результате все зубья режущей части, за исключением последнего, выполняют предварительную обработку по формированию заданного профиля на детали. Точность и качество обработанной поверхности детали определяется последним зубом режущей части. Длина главной режущей кромки этого зуба максимальна, и для уменьшения силы резания подъем на зуб S_z здесь должен быть минимальным. Основным недостатком профильной схемы резания является технологическая сложность изготовления профиля зубьев режущей части.

При прогрессивной схеме резания (рис. 1,б) срезание припуска производится зубьями, имеющими укороченную длину главных режущих кромок. Режущее лезвие протяжки делят по длине и подъёму на зуб S_z . Таким образом, вместо одного зуба срезание слоя производится двумя зубьями режущей части. Это позволяет распределить нагрузку, приходящуюся на зубья протяжки, равномерно вдоль всей длины режущей части, что ведёт к увеличению необходимого числа режущих зубьев.

При генераторной схеме резания (рис. 1,в) каждый зуб частично формирует окончательный профильный контур обрабатываемой детали своим вспомогательным лезвием. Наибольшую длину главной режущей кромки имеет первый зуб режущей части. Далее она уменьшается и минимальна для последнего зуба. Связанное с этим постепенное уменьшение силы резания благоприятно сказывается на условиях работы зубьев калибрующей части и позволяет повысить точность и качество обработанных поверхностей. Кроме того, зубья протяжек, предназначенных для работы по генераторной схеме резания, легче изготавливать и перетачивать. Недостаток генераторной схемы – большая длина режущей кромки первых зубьев и её кривизна, затрудняющая свёртывание образовавшейся стружки в валик. При генераторной схеме резания протяжка получается очень сложной в изготовлении, т.к. каждый зуб нужно обрабатывать отдельно, поэтому для обработки отверстия не применяется.

При профильной, а также прогрессивной схемах резания зубья протяжки работают за пределами наклёпанного слоя, увеличивая стойкость протяжки и снижая шероховатость. Протяжка – это многолезвийный инструмент с последовательно расположенными зубьями. Отличительная особенность зубьев протяжки в том, что высота каждого последующего зуба увеличивается, обеспечивая снятие металла с обрабатываемой поверхности.

Протяжка с круглыми зубьями имеет следующие основные части: хвостовик 1, шейку 2, переходный конус, переднюю направляющую часть 3, режущую часть 4, калибрующую часть 5, заднюю направляющую часть 6, опорную цапфу и задний хвостовик 7 (рис. 2).

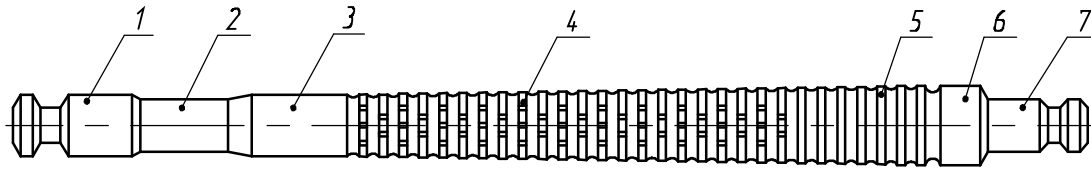


Рисунок 2 – Конструктивные элементы протяжки с круглыми зубьями.

Рассматривая процесс протягивания, можно установить ряд характерных особенностей, а именно: простоту рабочего движения инструмента; отсутствие подачи как особого движения; кратчайшую траекторию резания, равную длине обрабатываемой поверхности; короткое время соприкосновения каждого зуба с обрабатываемым металлом и т.д. Скорость рабочего движения протяжки (скорость резания) составляет обычно 2...12 м/мин; она меньше скорости резания при других видах обработки металлов, но вместе с тем значительно превосходит скорость относительного перемещения прочих инструментов, определяемую минутной подачей и оказывающую главное влияние на производительность процесса обработки.

Таким образом, высокая эффективность процесса протягивания объясняется большой длиной режущих кромок, одновременно участвующих в процессе резания; выполнением одним инструментом за один рабочий ход нескольких переходов и отсутствием большого числа обратных ходов, которые сопровождают процесс долбления шпоночных пазов, шлицевых и зубчатых, многогранных и фасонных отверстий [1, 2, 3].

При взаимодействии режущих зубьев протяжки с обрабатываемым материалом развивается сила резания, которую разделяют на составляющую, действующую вдоль направления движения протяжки, и составляющую, перпендикулярную направлению движения. Первая составляющая P_z - суммарная сила равномерно распределённых сил, расположенных на окружности отверстия. Суммарная сила P_z действует вдоль оси протяжки и складывается из удельных сил P_{zi} , а удельные силы P_{yi} взаимно уравновешиваются в действии на протяжку. Они определяют необходимую силу протягивания P , которую должно обеспечить применяемое оборудование, а также необходимую прочность конструктивных элементов протяжки (шейки, сечения сварного шва, сечения по впадине первого зуба). Вторая составляющая P_y , отжимающая протяжку от обрабатываемой заготовки, влияет на точность радиальных размеров детали после протягивания (рис. 3).

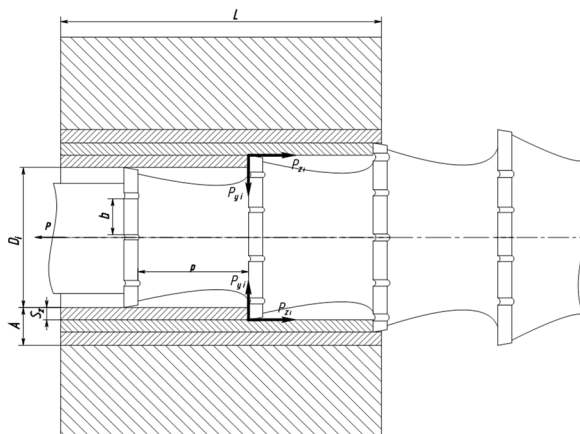


Рисунок 3 – Схема сил при протягивании

В процессе протягивания отверстий протяжками с круглыми зубьями сила резания скачкообразно изменяется вследствие переменного количества одновременно работающих зубьев, шаг которых обычно не кратен длине обрабатываемой детали. Через время t , равное отношению скорости резания и шага зубьев протяжки $t = \frac{V}{p}$, происходит умень-

шение числа одновременно работающих зубьев на один зуб, сила резания уменьшается. В результате постоянно меняется напряжённо-деформируемое состояние технологической системы и возникновение колебаний, которые уменьшают качество обработки (увеличивается шероховатость, отклонение от заданной геометрической формы отверстия) и снижается стойкость протяжки [4, 5].

Улучшение условий резания, качества протянутого отверстия, а также применение прогрессивных конструкций привели к разработке нового более эффективного металлорежущего инструмента – протяжки профильной схемы резания с винтовыми равноширокими зубьями (рис. 4, 5). Винтовые зубья протяжки – двух-, трёхзаходные для средних диаметров или большее число заходов - при больших диаметрах протяжки.

Протяжка имеет винтовые равноширокие зубья, что позволяет производить переточку протяжки по задней поверхности зубьев и улучшить качество обработки (увеличить точность отверстия и снизить шероховатость обрабатываемой поверхности) за счёт полного восстановления параметров качества изношенной протяжки после переточки до состояния новой протяжки. При этом данная протяжка не имеет недостатков, вызываемых малым задним углом ($\alpha = 2...3^\circ$) у протяжек с круглыми зубьями, перетачиваемыми по передней поверхности, и малым запасом на переточку, с сопутствующей трудностью восстановления параметров качества протяжки после переточки до требуемого уровня и неизбежным практическим снижением качества обработки: уменьшением точности обработки отверстий и увеличением шероховатости протягиваемых поверхностей отверстий в процессе эксплуатации и переточек протяжек. Задний угол протяжки должен быть в пределах 7° , т.е. в интервале задних углов для наружных протяжек.

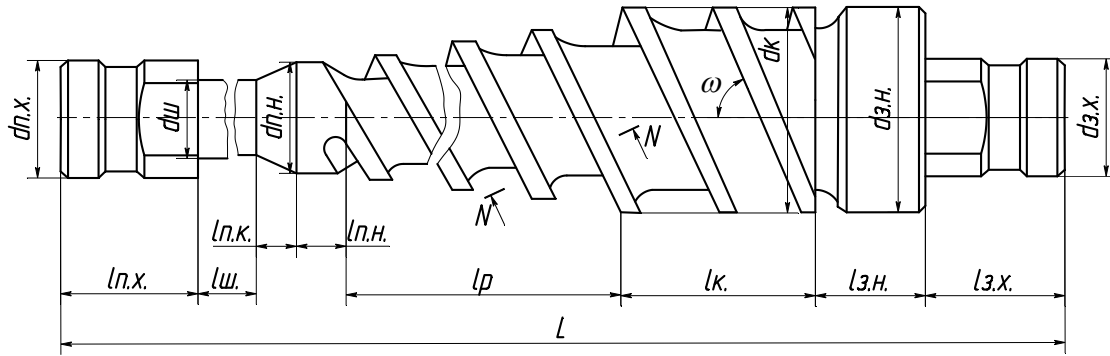


Рисунок 4 – Конструкция протяжки с винтовыми зубьями: $d_{н.х.}$ – диаметр переднего хвостовика; $d_{з.х.}$ – диаметр заднего хвостовика; $d_{п.н.}$ – диаметр передней направляющей; $d_{к.}$ – диаметр калибрующей части; $d_{з.н.}$ – диаметр задней направляющей; $l_{п.х.}$ – длина переднего хвостовика; $l_{п.к.}$ – длина переходного конуса; l_p – длина режущей части; $l_к$ – длина калибрующей части; $l_{з.н.}$ – длина задней направляющей; L – длина протяжки

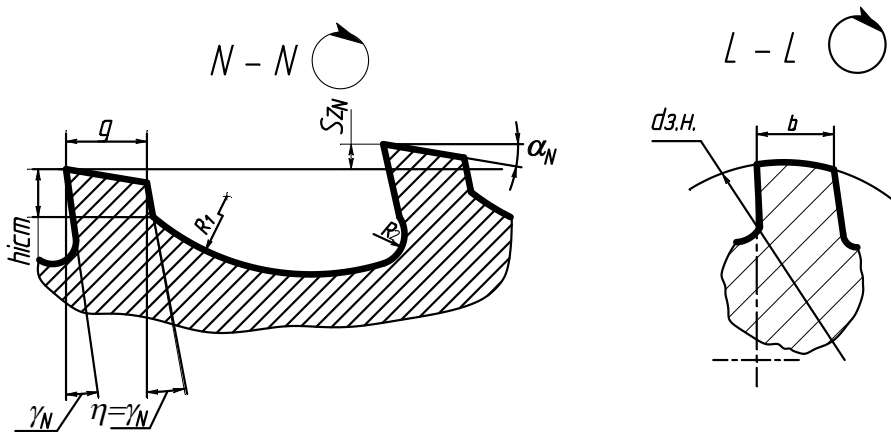


Рисунок 5 – Профиль стружечной канавки ($N - N$), равноширокий зуб ($L - L$): γ_N – передний угол в нормальном сечении к направлению винтового зуба; η – угол на затылке равноширокого зуба в пределах высоты стачивания при переточках $\eta = \gamma_N$; g – ширина задней поверхности зуба протяжки; h_{icm} – суммарная высота стачивания каждого зуба за весь период переточки протяжки; R_1, R_2 – радиусы закруглений стружечной канавки; S_{zN} – подача на зуб протяжки в нормальном сечении к винтовому зубу протяжки; b – ширина равноширокого зуба

Некоторое увеличение длины калибрующей части как запас на переточку оправдывается повышением качества переточенной протяжки до состояния нового инструмента. Переточка стандартных круглых протяжек осуществляется по передней поверхности, запас на переточку минимальный, иначе ширина зуба протяжки была бы значительно увеличена. Резкое ухудшение качества протяжки после переточки происходит за счёт неравномерного изнашивания зубьев по задней поверхности, следы износа на которых не всегда полностью устраняются.

При применении протяжек с винтовым зубом сила резания и количество одновременно работающих зубьев постоянны, тогда величина изменения силы резания практически равна

нулю. Винтовые зубья увеличивают плавность работы протяжки и повышают качество поверхности и обрабатываемого отверстия. Кроме того, плавность работы уменьшает износ и повышает стойкость протяжки. Улучшается качество протяжки, сопутствующее её эксплуатации, т.к. после каждой переточки восстанавливается состояние режущей части до состояния новой протяжки благодаря переточке по задней поверхности зубьев [6].

Протяжка с винтовым равношироким зубом позволяет повысить качество протягиваемых деталей и одновременно повысить стойкость между переточками самой протяжки и снизить затраты на её эксплуатацию и переточку.

Таким образом, применение протяжки профильной схемы резания с винтовыми равноширокими зубьями позволяет:

1. Производить переточку протяжки по задней поверхности зубьев и улучшить качество обработки за счёт полного восстановления параметров качества изношенной протяжки после переточки до состояния новой протяжки.

2. Обеспечить плавность работы протяжки и повысить качество поверхности обрабатываемого отверстия за счёт винтовых равношироких зубьев.

3. Обеспечить постоянное количество одновременно работающих зубьев (следовательно, величина изменения силы резания практически равна нулю).

Список литературы

1. Кирсанов С.В. Инструменты для обработки точных отверстий /С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе и др. - 2-е изд., исправл. и доп. - М.: Машиностроение, 2005. - 336 с.; ил.
2. Кацев П.Г. Обработка протягиванием. - М.: Машиностроение, 1986. - 272 с.
3. Скиженок В.Ф. Высокопроизводительное протягивание/ В.Ф. Скиженок, В.Д. Лемешонок, В.П. Цегельник. - М.: Машиностроение, 1990. - 240 с.
4. Дудак Н.С. Теоретические исследования вибраций при протягивании / Н.С. Дудак, М.А. Шерниязов, Б.М. Степаненко и др. // Наука и техника Казахстана. 2002. - № 3. - Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2002. - С. 158-166.
5. Дудак Н.С. К вопросу динамики обработки отверстий / Н.С. Дудак, Г.Т. Итыбаева, А.Ж. Касенов // II Междунар. науч.-практ. конф. «Научная индустрия европейского континента» // Publishing House "Education and Science" s.r.o. - Чехия, 2008. - С. 67-71.
6. Предварительный патент Республики Казахстан № 16167 на изобретение. Протяжка для обработки цилиндрических отверстий среднего и большого диаметров / Н.С. Дудак, М.А. Шерниязов; Опубл. 15.09.2005. - Бюл. № 9. - 10 с.: ил.

Получено 3.02.2014

УДК 621.95.02

Н.С. Дудак, Г.Т. Итыбаева, Ж.К. Мусина, А.Ж. Касенов, А.Ж. Таскарина
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар

Т.Б. Курмангалиев

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск