

УДК [621.91.+62.941]:669.255

**Д.В. КРИВОРУЧКО**, д-р техн. наук,  
**С.С. ЕМЕЛЬЯНЕНКО**, канд. техн. наук,  
**И.М. ДЕГТЯРЕВ**, Сумы, Украина

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОТРЕЗАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ КОБАЛЬТОВОГО СПЛАВА**

У статті були розглянуті ріжучі пластини сучасних виробників, які використовуються для відрізання деталей з кобальтового сплаву. Визначено режими різання при відрізанні для відповідного типу пластин обраного виробника, що забезпечують високу продуктивність відрізання при збереженні достатньої стійкості пластин. Визначено ресурс пластин при даних режимах різання. Проведено вимірювання зносу пластин і побудовані графіки.

В статье были рассмотрены режущие пластины современных производителей, которые используются при отрезании деталей из кобальтового сплава. Определены режимы резания при отрезании для соответствующего типа пластин выбранного производителя, которые обеспечивают высокую производительность отрезания при сохранении достаточной стойкости пластин. Определен ресурс пластин при данных режимах. Произведены измерения износа пластин и построены графики зависимости.

Inserts of modern manufactures for cobalt alloy details cutting-off process are considered in this paper. Cutting conditions of cutting-off process for certain insert type were defined. Cutting conditions which provide high efficiency with inserts' tool life was detected. Inserts' wear was measured and plotted.

Сплавы на основе кобальта известны с начала XX века. Эти сплавы используются в различных сферах жизнедеятельности человека, начиная от протезирования в медицине и заканчивая изготовлением деталей в аэрокосмической промышленности. Сегодня основными направлениями использования кобальтовых сплавов является изготовление рабочих лопаток турбокомпрессоров и сопловых лопаток газовых турбин, а также в станкостроительной и нефтяной промышленности. Высокая

жаропрочность и сопротивление горячей коррозии делают кобальтовые сплавы лучшими в данной отрасли. Сплавы характеризуются повышенным сопротивлением термической усталости, имеют хорошую свариваемость и позволяют получать детали методом точного литья. Однако эти материалы имеют плохую обрабатываемость резанием и высокую стоимость механической обработки. Таким образом, разработка новых технологических процессов обработки данных сплавов на основе применения нового современного оборудования, инструментов, новых современных инструментальных материалов и покрытий с целью увеличения производительности обработки, и сокращения себестоимости обработки является на сегодня актуальной задачей.

Цель работы – повышение эффективности отрезания кобальтового сплава современным инструментом с механическим креплением твердосплавных пластин от мировых производителей в сравнении с инструментом с напайными пластинами и подбора оптимальных режимов резания.

Исследование обрабатываемости деталей из кобальтового сплава будем производить на примере детали «Цилиндр», заготовка которой отливка с размерами  $\varnothing 112 \times 370$  мм имеет огранку на меньшем диаметре (рис. 1). Для эксперимента заготовка была предварительно обработана по наружной поверхности до диаметра 99 мм.

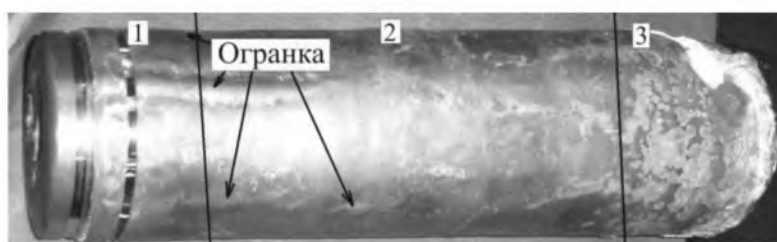


Рисунок 1 – Эскиз заготовки

Материал обрабатываемой детали относится к группе S3.0.C.NS – «Жаропрочные сплавы на основе кобальта, литые» согласно ISO 6871-1-94. Химический состав данного материала следующий: 58% кобальта, 30% хрома, по 5% вольфрама и молибдена, менее 1% кремния, железа и марганца, а также менее 0,1% углерода. Твердость заготовки 28-30 HRCэ.

Експеримент по отрезанию заготовок проводился на токарно-винторезном с ЧПУ станке модели 16К20Т1. Обработка канавок производилась твердосплавными напайными резцами шириной 5 мм с пластинами из твердого сплава марки ВК8, с глубиной обработки канавки 5 мм.

Обработка канавок производилась со скоростью резания в пределах 8-15 м/мин и с подачей 0,05-0,07 мм/об. В ходе проведения эксперимента установлено, что данные режимы резания обеспечивают получение постоянной нормальной величины износа и элементной стружки, а обработка со скоростью свыше 20 м/мин, и подачей 0,05 мм/об приводит к образованию сливной стружки, резкому повышению температуры режущей кромки и как следствие к катастрофическому износу, и быстрому разрушению. Фотографии стружек, которые образовывались при обработке канавок приведены на рисунке 2. С уменьшением скорости резания интенсивность изнашивания снижается, однако повышаются вибрации, а с увеличением скорости резания наоборот.



а)



б)

Рисунок 2 – Стружка при обработке канавок резцом с напайной пластиной: а – элементная стружка (глубина резания  $t = 5$  мм, подача  $S = 0,05-0,07$  мм/об, скорость резания  $V = 8-15$  м/мин) б – сливная стружка (глубина резания  $t = 5$  мм, подача  $S = 0,05$  мм/об, скорость резания  $V = 20$  м/мин)

Для отрезания также были рассмотрены современные режущие инструменты. Рекомендуемые режимы резания кобальтового сплава всеми фирмами производителями SANDVIK [1], SECO [2], ISCAR [3] находятся примерно в одинаковом диапазоне: подача в пределах  $S = 0,05-0,4$  мм/об,

скорость резания  $V = 18-38$  м/мин. Исходя из экономических соображений для дальнейших исследований был выбран режущий инструмент фирмы SANDVIK – лезвие отрезное N123H55-25A2, блок резцовый 151.2-2520-25, пластина N123H1-0400-0002-СМ из сплава 1125.

Для определения режимов резания при отрезании производилась обработка с разными величинами подачи от 0,06 мм/об до 0,1 мм/об. Скорость резания изменялась в зависимости от диапазона диаметров в пределах длины отрезания от 7,9 м/мин до 25,1 м/мин. Жесткость технологической системы обеспечивалась обработкой заготовки в патроне и ее поджатием задним центром. Отрезание производилось на минимальном расстоянии от патрона. Отрезание производилось до диаметра 9 мм во избежание поломки инструмента с последующим отделением вручную.

Фотография режущей кромки с износом по задней поверхности приведена на рисунке 3.

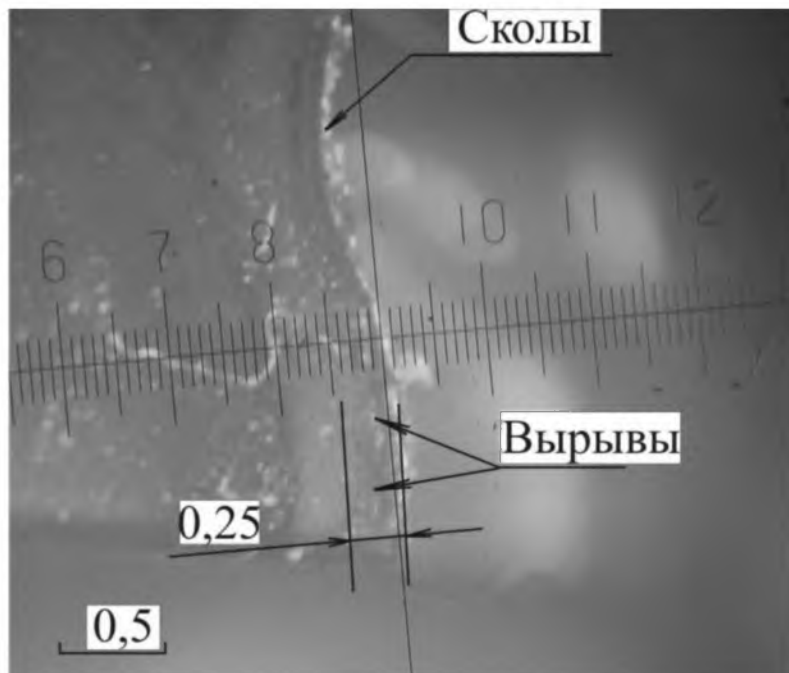


Рисунок 3 – Износ по задней поверхности  
( $L = 995$  м,  $S = 0,07$  мм/об)

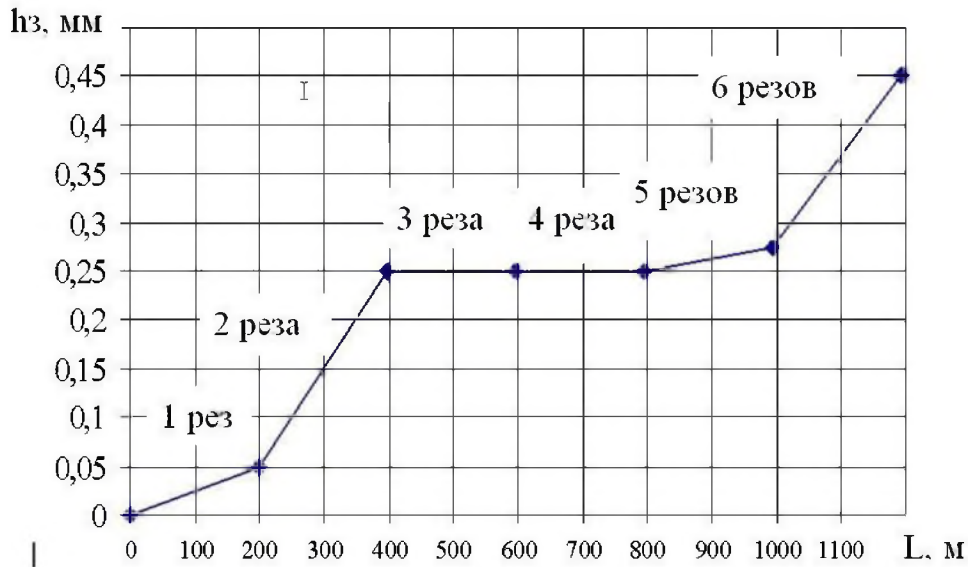


Рисунок 4 – Кривая износа по задней поверхности отрезной пластины (подача  $S = 0,07$  мм/об, скорость резания  $V = 7,9-25,1$  м/мин)

Развитие износа происходит таким образом: при отрезании 1-й и 2-й заготовок происходит процесс приработки режущей кромки и фаска износа увеличивается до 0,25 мм, износ при этом равномерный по всей задней поверхности. При дальнейшей обработке (отрезании заготовок 3-5) износ по задней поверхности практически не изменяется, при этом на задней поверхности наблюдается небольшая рыхлость. После отрезания пятой заготовки наблюдается рост фаски износа, при этом на всей режущей кромке наблюдаются сколы, а задняя поверхность находится в вырывах, что свидетельствует о начале процесса катастрофического износа (рис.3). Исходя из положений теории резания и кривой износа (рис. 4), прогнозируется величина фаски износа после отрезания шестой заготовки около 0,45 мм, что вероятнее всего приведет к поломке пластины и отрезного лезвия. Исходя из вышесказанного, целесообразно принять величину допустимой фаски износа равную около 0,28 мм, что можно обеспечить например при отрезании с подачей 0,07 мм/об не более чем 5 резов или прохождения пути резания не более 995 м.

Исследования так же показали, что выбранная пластина в результате наличия специального стружколома обеспечивает хорошее дробление стружки и ее сворачиваемость (рис. 5) и как результат легкое удаление из зоны резания и канавки, что не препятствует попаданию СОЖ в зону резания.

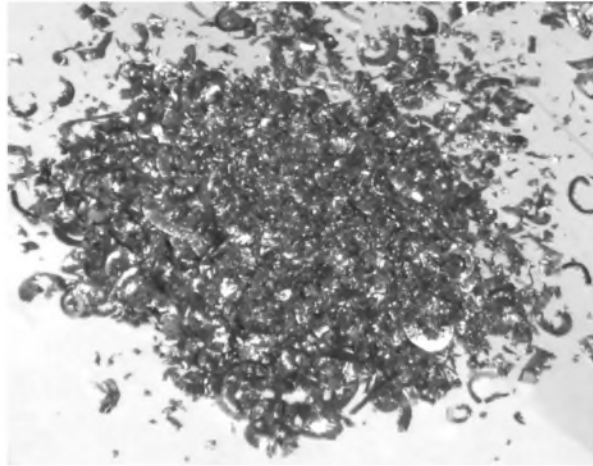


Рисунок 5 – Стружка при отрезании резцом фирмы SANDVIK (подача  $S = 0,07$  мм/об, скорость резания  $V = 7,9 - 25,1$  м/мин)

Проведение исследований также показали, что подача влияет на количество отрезанных заготовок (рис. 6) при величине допустимой фаски износа по задней поверхности в 0,28 мм. Исходя из полученных данных и диаграммы видно, что при изменении величины подачи от 0,06 до 0,08 мм/об, среднее количество отрезанных заготовок остается постоянным и составляет 5 шт. При увеличении подачи до 0,1 мм/об существенно возрастает интенсивность изнашивания пластины и соответственно количество отрезанных заготовок сокращается до 1 шт. Таким образом, для обеспечения максимальной производительности обработки при максимальной стойкости пластины необходимо использовать величину подачи равную 0,08 мм/об

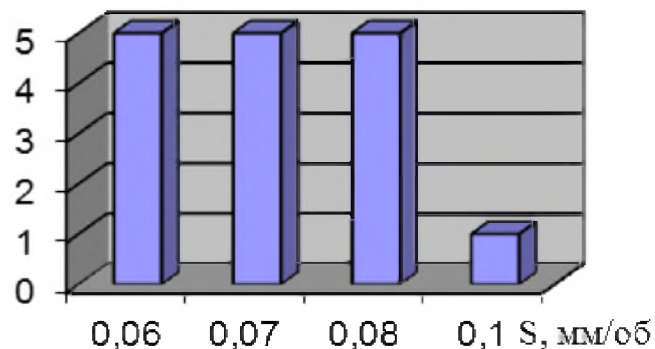


Рисунок 6 – Зависимость количества отрезанных заготовок пластиной фирмы SANDVIK от подачи

## Выводы

1. Исследования процесса резания кобальтового сплава показали, что отрезание возможно производить резцами с напайными пластинами из твердого сплава ВК8. При этом режимы резания при отрезании резцом шириной 5 мм должны быть: подача  $S=0,05$  мм/об, скорость резания  $V \geq 20$  м/мин. Следует так же отметить, что основным недостатком применения резцов с напайными пластинами является их низкая стойкость (не более 15 мин), что ведет к существенному увеличению вспомогательного времени связанного с заменой и переточкой инструмента.

2. Исследования процесса отрезания, проведенные инструментом фирмы SANDVIK показали возможность обработки кобальтового сплава данным инструментом, его высокую стойкость, хорошее дробление и удаление стружки из зоны резания, а также высокую производительность по сравнению с напайным инструментом.

3. В результате исследований была определена допустимая фаска износа пластины по задней поверхности которая составила 0,28 мм. Исходя из величины допустимой фаски износа по задней поверхности была определена оптимальная подача при отрезании заготовок  $S=0,08$  мм/об и скорость резания 20-24 м/мин, при которых обеспечивается максимальная производительность и стойкость пластины.

4. Эффективность обработки кобальтового сплава режущими пластинами фирмы SANDVIK по сравнению с напайными пластинами повышается за счет повышения производительности обработки, увеличения периода стойкости, сокращения вспомогательного времени за счет уменьшения количества переточек и быстрой замены изношенной пластины.

**Список использованных источников:** 1. Каталог *Sandvik Coromant 2011* – отрезка и обработка канавок. 2. Каталог *SECO* – токарная обработка. 3. Каталог *ISCAR* – токарная обработка. 4. Справочник технолога-машиностроителя под ред. *А.Г. Косиловой* и *Р.К. Мецеракова*. Том 2 - 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985г., 656 с.