

## КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ВАЛОВ

Л.Ф. МЕЛЁХИН

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2*

В статье представлена комплексная технология изготовления и восстановления крупных и тяжелых валов различных машин и механизмов в машиностроении. Восстановление валов значительно экономичнее, чем изготовление новых. При этом необходимо было решить три проблемы: как наносить металл на изношенную поверхность шейки вала, каким методом производить предварительную и окончательную обработку поверхностей и как объединить эти операции на одном оборудовании. Приведены конструкции защищенных патентами устройств и освещен порядок выполнения работы. Внедрение обеспечивает значительный экономический эффект.

**Ключевые слова:** детонационное напыление, шейка вала, восстановление, твердое резание, комплексная технология.

Восстановление деталей является важным резервом экономии трудовых и материальных ресурсов, таких как стоимость, которая значительно ниже, чем стоимость изготовления новых деталей. Например, расходы на материал и изготовление заготовок автомобильных деталей составляют 70-75%, в то время как при восстановлении деталей эти затраты составляют 6-8% [1].

При восстановлении валов в любой отрасли машиностроения может быть применена типовая технология, включающая подготовку поверхности к напылению, нанесению необходимого слоя материала для обработки и окончательную финишную обработку этой поверхности. Эти операции могут выполняться последовательно на различном оборудовании, но можно провести восстановление детали в одну операцию, с одной установки. Это особенно важно для тяжелых валов, когда будет сокращено время на транспортировку, время на установку и закрепление заготовок на операциях, ликвидируются погрешности базирования при переустановках и повысится точность обработки с одной установки. Для современного машиностроения характерно развитие и применение метода концентрации разнородных технологических операций на одном оборудовании. Данный технологический приём концентрации позволяет

повысить производительность, что в свою очередь способствует снижению энергозатрат и себестоимости изделия. Для деталей типа валов предусматривается поверхностно-термическая и финишная механическая обработки посадочных и рабочих шеек, что формирует основные физико-химические свойства поверхностей, оказывающие влияние на эксплуатационные характеристики изделий. Это относится к любым ответственным валам, особенно крупногабаритным и тяжелым. Для решения поставленной проблемы необходимо было решить три вопроса:

1. Каким методом наносить металл на изношенную поверхность;
2. Каким методом производить предварительную и окончательную механическую обработку;
3. Как объединить эти операции в одну, обеспечив безопасные безвредные условия работы.

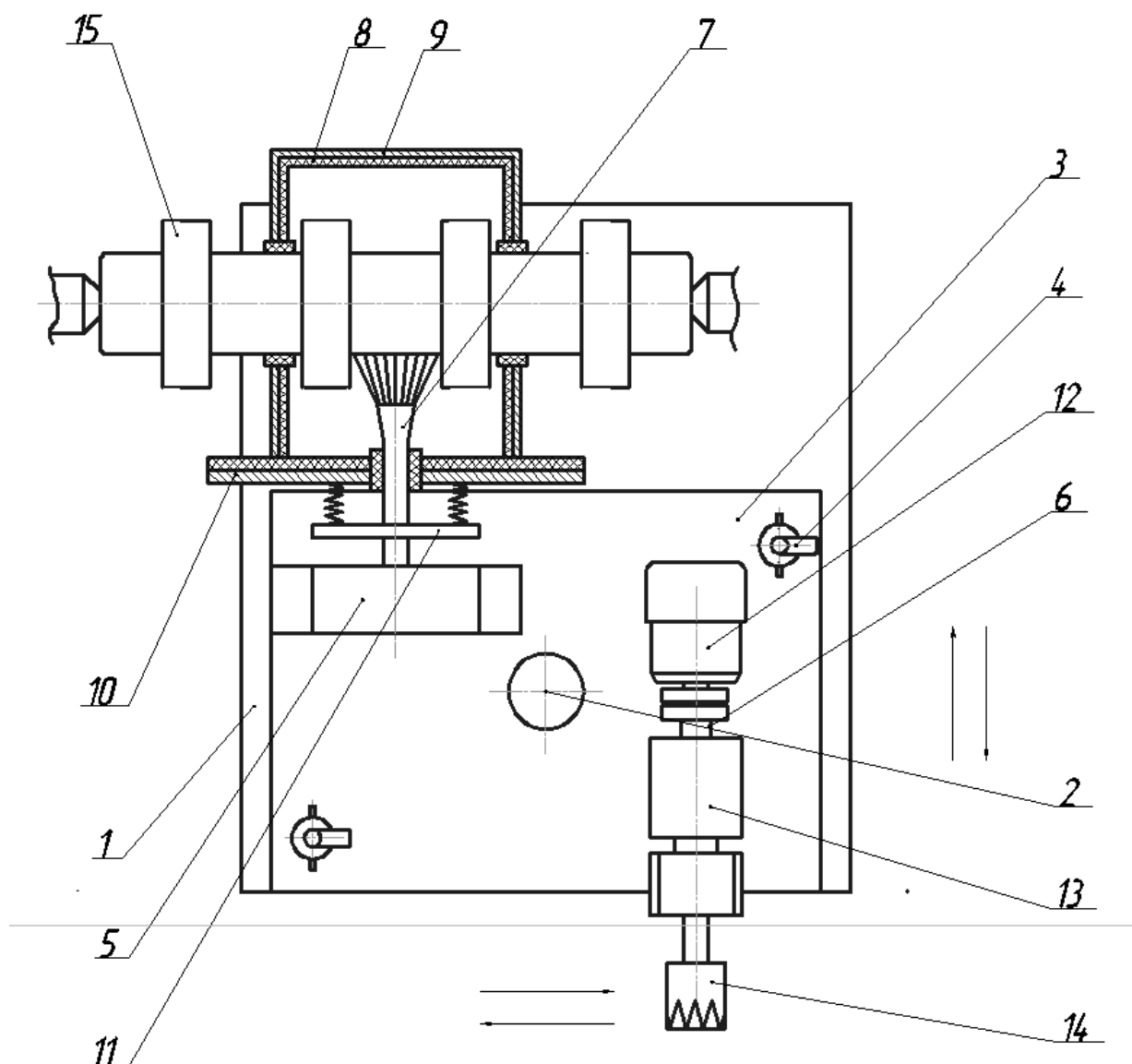
По первому вопросу, рассмотрены и проанализированы различные известные методы нанесения покрытий. В общей классификации, насчитывающей более 120 различных технологий, особое место занимает группа газотермических покрытий. Мы выбрали детонационный метод. Детонационный метод обладает рядом неоспоримых преимуществ, позволяющих применять его в тех случаях, когда покрытия, полученные другими газотермическими методами, не отвечают требованиям к изделию и не соответствуют условиям эксплуатации. Метод детонационного нанесения покрытий обеспечивает получение практически беспористового материала, а твердость и прочность в 3-6 раз выше, чем при газопламенном напылении. Сравнительные характеристики приведены в таблице.

Газопламенное напыление	Электродуговое напыление	Детонационное напыление	Плазменное напыление в инертных средах	Плазменное напыление в активных средах	Плазменное напыление в разряженных средах	Высокоскоростное напыление (HVOF)
Скорость частиц, м/с						
80	150	800	200	200	750	450
Прочность сцепления покрытий с основой, МПа						
25	30	160	60	60	80	160
Пористость покрытия, %						
15	10	2	6	6	1	1
Производительность процесса, кг/ч						
5-6	10-15	4-7	2-8	10-15	8-10	2-6
Коэффициент использования материала						
90	95	60	90	90	80	75
Энергоносители						
Горючий газ и кислород	Электричество	Горючий газ и кислород	Электричество	Электричество	Электричество	Горючий газ и кислород

Для осуществления напыления предложено устройство и получен патент RU № 92363 . Новизна разработки детонационной пушки заключается в том, что конец ствола выполнен сплюснутым с образованием выходного отверстия в виде щели прямоугольной формы. Это обеспечивает концентрацию струи к оси детали, ударение ее перпендикулярно напыляемой поверхности с высокой адгезией и уменьшением потерь расходных материалов.

По второму вопросу сравнены методы шлифования и твёрдого точения. По своим характеристикам шейки валов после шлифования получаются по 6 качеству точности и шероховатости  $Ra=0,8-1,25$  [1]. Мы провели опыты [2] обработки аналогичных шеек валов твердым точением и получили качество поверхности выше ( $Ra=0,4-0,8$ ) с точностью размеров 6 качества. Другие достоинства твердого точения: припуски меньше, чем для шлифования, время обработки значительно меньше, чем при шлифовании, СОЖ не применяется, более дешевый процесс утилизации стружки, отсутствие абразивных включений в обработанную поверхность.

По третьему вопросу разработаны устройства и решено объединение обработки валов (особенно тяжелых) на установке с поворотной платформой, на которой расположены пушка и механизм твердого фрезерования (патент RU № 126964, 2012г. бюллетень № 11) с применением устройства для удаления отработанных газов и обеспечения безвредных условий работы оператора по патенту RU № 138429 (2014г. бюллетень № 8).



*Фигура 1*

На фигуре 1 показана схема устройства для комплексной операции.

Предлагаемое устройство имеет платформу 1, связанную с приводом станка и имеющую возможность продольных и поперечных перемещений в горизонтальной плоскости. На ней установлена ось поворота 2, вокруг которой поворачивается подвижная поворотная плита 3. Точное положение поворота фиксируется и закрепляется фиксатором 4. На поворотной плите 3 расположены детонационная пушка 5 и механизм 6 для предварительной и окончательной механической обработки. Детонационная пушка 5 со стволом 7 и камерой 8, которая состоит из корпуса 9 и съемной крышки 10, причем корпус 9 выполнен разъемным по оси отверстий в боковых стенках камеры для

скользящего обхвата напыляемого участка детали и неподвижного закрепления камеры вдоль оси вращения детали, крышка 10 камеры установлена неподвижно на стволе 7 пушки, снабжена упругим элементом 11 и имеет возможность возвратно поступательного перемещения вместе со стволом 7 относительно боковых стенок камеры 8. Механизм 6 для предварительной и окончательной механической обработки поверхностей представляет собой быстроходную фрезерную головку, состоящую из электродвигателя 12, редуктора 13 и шпинделя с фрезой 14, оснащенной пластинками сверхтвердого материала КНБ для твердого резания. Детонационная пушка 5 и механизм 6 для механической обработки поверхностей деталей 15 расположены на поворотной плите 3 параллельно друг другу, но повернуты на  $180^\circ$  и имеют одинаковое межосевое расстояние от центра оси поворота 2. Восстанавливаемая деталь 15.

Работа происходит в таком порядке. Деталь устанавливается в центра станка на зачищенные центровые фаски и приводится во вращение с заданной частотой (1-2 об/мин). Фрезерная головка подводится к детали и поочередно специальной фрезой, оснащенной резцами из кубического нитрида бора, обрабатывает шейки вала на заданный размер. Фреза вращается со скоростью 200-300 м/мин и за один оборот детали обрабатывает шейку вала. После обработки всех поверхностей головка отводится от детали, поворотная плита поворачивается на 180 градусов и фиксируется. К обрабатываемой детали подводится детонационная пушка, напыляемые поверхности поочередно охватываются камерой и производится напыление заданного слоя для окончательной обработки. Отработанные газы вытягиваются в отводящую трубу. После напыления всех поверхностей детонационная пушка отводится от детали, поворотная плита поворачивается на 180 градусов и фиксируется. К детали подводится фрезерная головка с фрезой и производится финишная обработка поверхностей шеек вала до заданной точности размеров и качества поверхности.

## Выводы

1. Разработана комплексная технология обработки и восстановления шеек валов, работающих в агрессивных средах (особенно тяжелых).

2. Выполнение всех работ при одной установке детали и одном закреплении ликвидирует погрешность базирования, значительно сокращает вспомогательное время на переустановки и транспортировку деталей, повышает производительность за счет замены трудоемкой операции шлифования на работу твердого резания фрезой.

3. Сокращается количество станков и экономится производственная площадь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: учебник.-М.: центр»Академия», 2002.-466 с.

2. Мелехин Л.Ф., Анохина Е.Д. Качество поверхности, обработанной резцами из СТМ. - Сб.тезисов. Инновационно-промышленный салон. Вторая Всероссийская конференция «Ремонт. Восстановление. Реновации».- Уфа: 2011.- с.48.

3. Мелехин Л.Ф., Анохина Е.Д. Исследование методов повышения качества поверхностей.-Сб.»Машиностроение». Межвузовский сборник, выпуск 4.-Краснодар: КубГТУ. 2011.- с.91.

## REFERENCES

1. Karagodin V.I. Remont avtomobiley i dvigateley: uchebnik.-M.: tsentr»Akademiya», 2002.-466 p.

2. Melekhin L.F., Anokhina E.D. Kachestvo poverkhnosti, obrabotannoy reztsami iz STM. - Sb.tezisev. Innovatsionno-promyshlenny salon. Vtoraya Vserossiyskaya konferentsiya «Remont. Vosstanovlenie. Renovatsii».- Ufa: 2011.- p.48.

3. Melekhin L.F., Anokhina ED. Issledovanie metodov povysheniya kachestva poverkhnostey.-Sb.»Mashinostroenie». Mezhvuzovskiy sbornik, vypusk 4.- Krasnodar: KubGTU. 2011.- p.91.

### *INTEGRATED TECHNOLOGY OF HEAVY SHAFT*

**L.F. MELEKHIN**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

The article presents a complex technology production and restoration of large and heavy rolls of various machines and mechanisms in mechanical engineering. Restore shafts is much more economical than making new ones. It was necessary to solve three problems: how to put on the worn surface of the metal shaft neck, what method to make preliminary and final surface treatment and how to combine these operations on the same hardware. Given the structure protected by patents devices and illuminated the execution order of operation. The introduction provides a significant economic impact.

**Keywords:** detonation spraying, neck shaft recovery, hard cutting, complex technology.