

Виды исходных заготовок в технологиях реновации

02, февраль 2014

DOI: 10.7463/0214.0699990

Ярославцев В. М., Ярославцева Н. А.

УДК 621.002: 658.562

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

mt13@bmstu.ru

В последние годы формируется новое научное направление в технологиях изготовления и эксплуатации машин и приборов – реновация и технологии продления жизнеспособности материальных объектов. «Реновация» как технический термин, определяющий понятие о комплексе «технологических, конструкторских и организационных мероприятий, направленных на увеличение ресурса реновируемого объекта или его составляющих, на использование его по новому назначению или повторное использование материала и утилизацию», впервые использован и наполнен содержанием в МГТУ им. Н.Э. Баумана [1 - 4]. В соответствии с определением [1, 2, 4] реновацию можно рассматривать как составную часть всех производственных или технологических процессов, одной из задач которых является увеличение ресурса объекта или продление его жизненного цикла, что достигается путем периодического чередования восстановления технически исправного состояния и ротацию допускаемых фазовых состояний материала реновируемого объекта. Из [1 - 8] следует, что реновация – обобщающее понятие, которое относится ко многим областям практической деятельности человека и, следовательно, исходной заготовкой (заготовка перед первой технологической операцией) при реновации может служить любой объект на разных этапах своего жизненного цикла.

Все виды технологий, за счет которых "можно продлить жизнь изделия" (материального объекта – продукта производственно-технологических процессов), согласно [1, 2, 4], относят к реновационным технологиям. По назначению условно разделим их на технологии продления и технологии возобновления ресурса. К технологиям продления ресурса можно отнести: обновление, восстановление или реставрацию, все виды ремонта, в том числе косметический, самовосстановление, доработку запасных частей под ремонтный размер ответного изделия и др. Технологиями возобновления ресурса считают использование по новому назначению, использование по старому назначению, но для новых задач, утилизацию, самоликвидацию,

самовозрождение и целенаправленную технологическую операцию разрушения с целью создания нового объекта, технологического процесса, нового материала. В качестве примера самоликвидации и самовозрождения может служить, например, рекристаллизация, а примером технологического разрушения – порошковая металлургия. В том и другом случаях результатом технологий реновации является материал с новыми свойствами.

К реновационным технологиям относятся также технологии увеличения ресурса на этапе изготовления нового изделия, так как они выполняют те же задачи, используют те же технологические методы обработки, что и технологии реновации для объектов, получивших повреждения на этапе эксплуатации. Следовательно, независимо от того, на каком этапе жизненного цикла (изготовление, эксплуатация, восстановление и др.) объектом были получены повреждения, технологии их устранения и реновацию утраченных свойств его материала можно относить по определению [1, 2, 4] к реновационным технологиям. Тогда, в качестве реновируемых объектов можно рассматривать и продукцию заготовительного производства (отливки, поковки, сварные узлы и др.).

Одним из распространенных и известных видов исходных заготовок при реновации является поврежденная деталь [9], которая в процессе эксплуатации исчерпала свой рабочий ресурс, разрушилась или перестала удовлетворять требованиям нормального функционирования.

Другим, самым распространенным видом заготовок при реновации, можно считать практически всю продукцию современного заготовительного производства и продукцию металлургического производства, подвергающуюся обработке методами, улучшающими свойства и качество металла. Как известно, каждому методу первичного формообразования присущи свои характерные дефекты, целый ряд из которых является трудноисправимым или вообще неисправимым. К таким дефектам относятся при литье, например, усадочная пористость, ликвация, анизотропия свойств; при обработке давлением - это надрывы, анизотропия свойств, волосовины, флокены; при сварке - трещины, коррозия и т.д., которые наследуются на последующих операциях изготовления и оказывают влияние на работоспособность и надежность конструкции. Таким образом, традиционные заготовки представляют собой поврежденные технологическим процессом их изготовления те же дефектные, только необработанные изделия. Все технологические приемы, усложняющие указанные заготовительные технологии и комбинации из них, направлены на устранение или снижение уровня дефектности и реновацию свойств исходного материала. Поэтому любой технологический процесс изготовления представляет собой по существу реализацию технологий, несущих в себе в качестве необходимой составной части реновационные методы, средства, приемы поэтапного улучшения свойств обрабатываемого материала [10 - 13].

В этом плане показательны результаты сравнительного анализа изменения механических свойств сталей, полученных обычными методами выплавки (без использования в технологиях их получения способов улучшения качества), и свойств этих же сталей после последующего энергетического воздействия на металл методов заготовительного производства [13, 14]. Данные приведены в таблице.

Таблица

Марка сталей	Предел прочности σ_B , МПа		
	Выплавка обычными методами	Вид заготовки	
		Прокат-пруток	Поковка
		Состояние материала	Состояние материала
Азотируемая Сталь 38ХМЮА	1050	Закаленные с 930...950 ⁰ С в воде или масле и отпущенные при 600...670 ⁰ С с охлаждением в масле или воде 1000	Закаленные с 930...950 ⁰ С в воде или масле и отпущенные при 600...670 ⁰ С с охлаждением в масле или воде 1100
Цементируемая Сталь 15Х2ГН2ТРА	1410	Закаленные с 800...850 ⁰ С и отпущенные при 150...170 ⁰ С 1050	
Улучшаемая Сталь 40ХНМА	1050	Закаленные с 850 ⁰ С и отпущенные на требуемую твердость 1000	Закаленные с 850 ⁰ С и отпущенные на требуемую твердость 1100
Высокопрочная Сталь 30ХГСНА	1680	Закаленные с 890...900 ⁰ С в масле и отпущенные при 200...300 ⁰ С 1600	

Примечание: По данным [8] трубы, профили горячекатаные, листы, сталь калиброванная, прутки диаметром или со стороной квадрата 200...300 мм из высокопрочной стали 30ХГСНА после закалки с 890...900⁰ С в масле и отпуска при 200...300⁰ С имеют предел прочности не выше 1600 МПа.

Данные, приведенные в таблице, показывают, что изначально, после обычной выплавки (без применения таких способов улучшения качества стали, как электрошлаковый переплав, вакуумно-дуговой переплав, обработка синтетическими шлаками и др.) механические свойства сталей, относящихся к разным группам, выше тех, которые они имеют в результате последующего энергетического воздействия на металл методов первичного формообразования. Это говорит о том, что для достижения исходных механических характеристик используемого при проектировании конструкции металла необходимо после литья, сварки, обработки давлением дополнительно применить технологию реновации такую, например, как термическая обработка. Как следует из данных таблицы, очень часто даже введение дополнительной обработки материала не может гарантировать достижения тех значений механических свойств, которые были получены в результате обычной выплавки [14].

Следовательно, понятие реновация относится не только к машинам, приборам, узлам, деталям, но и к материалу, из которого они изготовлены. Таким образом, в качестве еще одного специфического вида исходной заготовки при реновации можно рассматривать сам материал, свойства которого необходимо изменить. Если проанализировать любой технологический процесс изготовления нового изделия, то можно проследить такую закономерность: весь технологический процесс состоит из чередования формо- и размерообразующих технологий, как правило, разрушающих структуру материала, и технологий, восстанавливающих его структуру, например, термическая обработка. Причем, восстановление или реновация свойств материала осуществляется или во всем объеме материала, или его поверхностном слое. Пути обеспечения показателей качества изделий и увеличения их ресурса при реновации на основе анализа взаимосвязей структурных элементов технологической системы рассмотрены в работах [10, 13].

Все изменения состояния вещества происходят в результате нарушения энергетического равновесия атомарных и атомно-молекулярных связей, поэтому любое изменение строения кристаллической решетки, а значит и структуры материала сопровождается разрывом старых и образованием новых связей. При этом возникновение новых связей может быть как вокруг старого ядра, так и вокруг совсем нового. Выращивание монокристаллов служит наглядным примером трансформации структуры и свойств материала расплава в структуру и свойства материала того же

химического состава, но имеющего качественно иные свойства. Процесс преобразования свойств регулируется скоростью выращивания и температурой расплава, которые выбираются так, чтобы строение растущего монокристалла соответствовало кристаллографической ориентации затравки, поскольку тянущийся за затравкой жидкий металл в области более низких температур над поверхностью ванны кристаллизуется, наследуя структуру затравки и её свойства.

В процессе технологических воздействий материал может претерпевать разные изменения своего состояния: переход из жидкого состояния в твердое, разрушение, расплавление, деформирование и др. Это в большой степени зависит от задач, решаемых конкретным технологическим процессом, что определяет характер, вид и интенсивность энергетического воздействия на материал. Различные физико-химические процессы, которые сопровождают любой вид обработки, и их энергетические воздействия вызывают в материале улучшение или, наоборот, ухудшение его свойств. В связи с этим, очень важными являются знания о процессах, явлениях и их эффектах, которые оказывают существенное влияние на формирование свойств и качества материала объекта реновации, как во всем объеме, так и в поверхностном слое. Улучшение свойств во всем объеме материала связано с большими затратами труда, энергии, времени, так, например, скорость выращивания монокристалла составляет $\sim 1...2$ мм/мин [15]. Поэтому, как правило, технологические процессы направлены на формирование и улучшение свойств материала поверхностного слоя как одного из возможных вариантов с меньшими материальными и трудовыми затратами решить задачу создания работоспособной и надежной конструкции. Свойства материала поверхностного слоя, так же как и свойства материала во всем объеме, в результате энергетических воздействий тех или иных методов обработки могут претерпевать изменения, улучшающие или ухудшающие их характеристики: прочность, износостойкость, коррозионную стойкость и др. Все эти изменения связаны с разрушением старых атомно-молекулярных связей и возникновением новых. Возникновение новых связей есть ни что иное, как реновация атомно-молекулярных связей, разрушенных технологическим процессом или процессом эксплуатации изделия. Поэтому формирование свойств поверхностного слоя заготовки (необработанной детали) или поврежденной детали при использовании любого технологического процесса можно представить с позиций разрушения и реновации.

Если сравнить новую деталь и деталь, поврежденную во время эксплуатации, то можно отметить, что они имеют как ряд общих признаков, так и существенные отличия. К общим признакам можно отнести, например, один и тот же вид изначальной заготовки, а, следовательно, одни и те же остаточные дефекты во всем объеме материала после изготовления; равенство температуры плавления и рекристаллизации; одинаковый химический состав и одинаковые технологии реновации свойств материала на этапе изготовления.

Принципиальным отличием между ними является исключительная индивидуальность свойств поврежденной (дефектной) детали-заготовки [16], которая определяется состоянием материала поверхностного слоя, свойствами основного материала, изменившимися и сформировавшимися в результате эксплуатационных нагрузок, дефектами, приобретенными за время эксплуатации. Деталь-заготовку после этапа эксплуатации отличают дополнительно существование наследственных связей с условиями эксплуатации и отсутствие прямой преемственности технологического процесса реновации с процессом изготовления, так как в результате суммарного энергетического воздействия на материал на всех этапах жизненного цикла существенно изменились его свойства и стали технологически неопределенными. Кроме того, для дефектной детали меняется и тип производства [17], а, следовательно, качественно изменяется любая рациональная технология, направленная на обеспечение надежности реновируемого объекта [9, 16].

Все эти отличия позволяют для одной детали в зависимости от рассматриваемого этапа жизненного цикла говорить о реновации при изготовлении, а также "повторной" [1] или вторичной реновации при увеличении или возобновлении ресурса любым видом реновационной технологии после этапа эксплуатации.

Реновация и реновационные технологии, используемые в процессе изготовления, являются тем инструментом, с помощью которого обеспечивается технологическая надежность реновируемых объектов, необходимое качество, требуемый ресурс работы и возможность вторичной (повторной) реновации объекта эксплуатации.

Тогда в соответствии с семантикой понятия "реновация" в каждом конкретном случае заготовками могут быть: поврежденная деталь, узел, машина, прибор, традиционные заготовки для деталей, материал на любом этапе их жизненного цикла. К особому виду исходных заготовок при реновации можно отнести, например, технологические процессы в случае их реструктуризации или совершенствования, реконструируемые производства, цеха и заводы, а также всю техническую чертежную документацию, методические разработки и справочную литературу при внесении в них изменений, дополнений или их доработке. При этом вид исходной заготовки соответствует решаемым при реновации задачам и используемым производственным процессам, которые обеспечивают лучшее качество, служебные характеристики и гарантию долговечности разрушенным, поврежденным, морально или физически устаревшим, новым, но не отвечающим заданным требованиям, объектам, материалам, технологическим процессам.

Таким образом, исходными заготовками при реновации являются разного рода материальные объекты и материалы, получающие повреждения в процессе изготовления или утратившие свои служебные характеристики на этапе эксплуатации.

Список литературы

1. Гаврилюк В.С., Колесников А.Г., Ляпунов Н.И., Ярославцев В.М. Реновация материальных объектов как перспективное направление научно-технического прогресса // Технология металлов. 1998. № 1. С. 40-44.
2. Научные основы теории реновации: монография / Ю.Ф. Абакумов, В.Г. Вялков, В.С. Гаврилюк, Л.А. Гик, С.Н. Глазунов, Л.Н. Грошев, В.С. Дрижов, В.Е. Желтов, Р.В. Зайцев, В.В. Ищенко, А.Г. Колесников, А.В. Коновалов, В.И. Кочарыгин, И.Г. Кременский, С.В. Кручинин, И.И. Кухтаров, А.И. Легчилин, А.И. Липатов, Г.П. Лунин, С.И. Лутковский, Н.И. Ляпунов, В.П. Мальцев, В.П. Мамин, А.Н. Мирсков, А.В. Овешников, Л.В. Овчаренко, А.А. Шатилов, В.М. Ярославцев, Н.А. Ярославцева; составители В.С. Гаврилюк, В.П. Ступников, В.М. Ярославцев. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. CD-R. № гос. рег. 0320000161.
3. Ярославцев В.М. Особенности технологических процессов восстановления деталей машин // Технология металлов. 1999. № 10. С. 28-33.
4. Гаврилюк В.С., Абакумов Ю.Ф., Ляпунов Н.И., Ярославцев В.М. Реновация объектов производства – насущное веление времени // Ремонт, восстановление, модернизация. 2003. № 4. С. 3-8.
5. Ярославцев В.М. Технологическое обеспечение качества и надежности деталей машин методами обработки в условиях реновации // Надежность и контроль качества. 1997. № 12. С. 24-28.
6. Ярославцев В.М., Ярославцева Н.А. Обеспечение надежности объектов реновации на разных этапах жизненного цикла // Методы менеджмента качества. 2000. № 12. С. 23-25.
7. Ярославцев В.М. Особенности технологии обработки деталей машин после восстановления (Часть 1) // Ремонт, восстановление, модернизация. 2003. № 1. С. 33-37.
8. Ярославцев В.М. Особенности технологии обработки деталей машин после восстановления (Часть 2) // Ремонт, восстановление, модернизация. 2003. № 2. С. 36-39.
9. Ярославцев В.М. Технологическое обеспечение качества и надежности деталей машин методами обработки в условиях реновации // Надежность и контроль качества. 1997. № 12. С. 24-28.
10. Ярославцев В.М., Ярославцева Н.А. Прогнозирование надежности реновируемых деталей машин на основе анализа структуры технологии восстановления // Методы менеджмента качества. 1999. № 8. С. 52-58.
11. Ярославцев В.М. Базовые положения общности технологических методов обработки // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2003. № 2. DOI: [10.7463/1203.0628312](http://technomag.mstu.ru/doc/10.7463/1203.0628312)
12. Ярославцев В.М. Технологический процесс – энергетический преобразователь // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 7. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/414854.html> (дата обращения 01.01.2014). DOI: [10.7463/0712.0414854](http://dx.doi.org/10.7463/0712.0414854)

13. Ярославцев В.М., Ярославцева Н.А. Общий подход к оценке параметров качества изделия при восстановлении // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 5. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/361862.html> (дата обращения 01.01.2014). DOI: [10.7463/0512.0361862](https://doi.org/10.7463/0512.0361862)
14. Справочник по авиационным материалам. Т. 1. Конструкционные стали, чугуны и припои / Под ред. А.Т. Туманова. М.: Машиностроение, 1965. 515 с.
15. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. Т. 3. 672 с.
16. Ярославцев В.М. Технологичность объектов реновации при восстановлении // Технология металлов. 2000. № 12. С. 31-36.
17. Черноиванов В.И. Восстановление деталей машин. М.: ГОСНИТИ, 1995. 278 с.

Kinds of initial billets in renovation technologies

02, February 2014

DOI: **10.7463/0214.0699990**

V.M. Yaroslavtsev, N.A. Yaroslavceva

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, Russian Federation

mt13@bmstu.ru

Nowadays, technologists in charge of repair, restoration, modernization, and utilization of engineering and other tangible objects widely use the concepts "renovation" and "renovation technologies" pioneered at BMSTU. In forming a new field of science these concepts, in the proper sense of the word, are of composite, generalized character. They concern all the activities and technologies aimed at increasing an object resource or its lifecycle extension, including object material recycling.

In the cutting-edge renovation technologies an object (part, assembly, machine, etc.) damaged in the operating process is considered to be an initial billet. In renovation, one of the most widespread kinds of initial billets is a damaged part.

Such a part can be used again, if, for example, it has saved its material properties in full measure while only contact surfaces or parts of these surfaces have become damaged, and at a point of renovation they can be restored for recycling. If a part has lost its initial properties in full bulk of material, it may be reusable in the assemblies and machines with less rigid requirements for material properties.

Or in case of properties loss below the permissible level a damaged part-billet is utilized. Thus, the part-billet state at the point of renovation defines the kind of renovation technology and the main (basic) technological method to effect on the damaged part, as well as a set and a sequence of technological methods in general manufacturing process of renovation.

However renovation technologies are used not only at the repair and restoration stages after operation-service. So, at the manufacturing stage of a new product to provide the quality to raise a resource are applied the same technological methods as renovation technologies for the objects damaged at the stage of operation. Besides, it is known that at the manufacturing stage a part quality depends not only on the last operation, but also on the features of power effects of all previous operations beginning with the material for initial billet of new product.

As expertise based on different kinds of manufacturing shows in producing the traditional billets (castings, forged pieces, welded assemblies), the inherent renovation technologies are widely used to eliminate the faulty parts. Consequently, blank products damaged at the stage of their manufacturing can be considered to be another most widespread kind of initial billets in renovation technologies. A renovated object material itself with its properties to be mandatory changed, in renovation may be considered as a further specific kind of initial billet. Earlier it was not stated.

It should be noted that the term "renovation technologies" refers to all kinds of technologies which enable "extending the product lifecycle" i.e. tangible object – product of manufacturing processes. It is the same classification notion as, for example, a concept "methods of primary forming" when it comes to the methods, which simultaneously in full blast of material form a structure and a product shape (castings, shaping, welding, powder metallurgy, etc.).

Thus, renovation technologies also include an entire group of processing methods to increase or extend an object resource at all stages of its lifecycle. These may be, for example, methods such as thermal treatment, strengthening technology, coating processes, etc. And all the objects subjected to the power deposition of abovementioned methods may be, respectively, considered to be the initial billets for renovation. A special kind of initial billets in renovation also include, for example, manufacturing processes in case of their restructuring or improvement, reconstructed industries, shops, and factories. Besides, these are engineering drawings paperwork, guidance documentation, and reference literature, when making their amendments, complements or improvement. Thus, a view of initial billet is in compliance with the tasks to be solved in renovation and with the manufacturing processes, which provide the best quality, performance report, and guarantee of durability for the objects, materials, manufacturing processes, which are damaged, morally and physically outdated, new, but do not meet the specified requirements

Publications with keywords: [work piece](#), [life cycle](#), [renovation](#), [renovation of technology](#), [initial billet](#), [resource of the object](#)

Publications with words: [work piece](#), [life cycle](#), [renovation](#), [renovation of technology](#), [initial billet](#), [resource of the object](#)

References

1. Gavriluk V.S., Kolesnikov A.G., Liapunov N.I., Iaroslavl'tsev V.M. Renovatsiia material'nykh ob'ektov kak perspektivnoe napravlenie nauchno-tekhnicheskogo progressa [Renovation of material objects as a perspective direction of scientific-technical progress]. *Tekhnologiya metallov*, 1998, no.1, pp. 40-44.

- C:\Users\Администратор\AppData\Local\Д ДмД%Д%D²D°Ñ D,Ñ
 25Moscow, Bauman MSTU Publ., 2000. CD-R.

14. Tumanov A.T., ed. *Spravochnik po aviatsionnym materialam. T. 1. K'nstruktsionnye stali, chuguny i pripoi* [Handbook of aviation materials. Vol. 1. Structural steels, cast irons and soldering]. Moscow, Mashinostroenie, 1965. 515 p.
15. Prokhorov A.M., ed. *Fizicheskaia entsiklopediia. V 6 t. T. 3* [Physical encyclopedia. In 6 vols. Vol. 3]. Moscow, Sovetskaia entsiklopediia, 1992. 672 c.
16. Iaroslavtsev V.M. [Manufacturability of objects of renovation when restoring]. *Technologiya Metallov - Technology of metals*, 2000, no. 12, pp. 31-36.
17. Chernoiivanov V.I. *Vosstanovlenie detalei mashin* [Restoration of machine parts]. Moscow, GOSNITI, 1995. 278 p.