



It is shown that cover case of automobile cage, produced by means of crimp seal of steel seamless pipe billet, is the most preferable by its manufacturability and high cyclic endurance of ready article.

В. А. ГУРИНОВИЧ, Л. А. ИСАЕВИЧ, М. И. СИДОРЕНКО, БНТУ

УДК 621.74

МЕХАНИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ КОЖУХОВ КОРПУСА ВОДИЛА АВТОМОБИЛЕЙ МАЗ

Кожух корпуса водила служит для передачи крутящего момента от центрального редуктора к колесу автомобиля и размещения деталей колесной передачи [1]. В конструкции заднего моста автомобилей МАЗ применяют различные варианты кожухов корпуса водила: сварной стальной кожух, изготовленный из трех частей (поковок); литой кожух корпуса водила, изготовленный из литой заготовки высокопрочного чугуна марки ВЧ50 (ВЧ45); кожух корпуса водила, полученный методом отбортовки из стальной бесшовной трубной заготовки.

Сравнительные варианты совмещения кожуха корпуса водила и самого водила приведены на рис. 1. К основным недостаткам варианта кожуха корпуса водила, сваренного из трех частей, относится большая трудоемкость изготовления, повышенный расход металла и наличие двух сварных соединений, что может вызывать нарушение герметичности. Литой вариант из высокопрочного чугуна отличается наличием пор в чугунном литье, вызывающих нарушение герметичности, и большой процент брака по этой причине. Соединение при этих вариантах кожуха корпуса водила с водилом осуществляется посредством болтов, в том числе прецизионных, что усложняет конструкцию в целом и повышает трудоемкость (рис. 1, а).

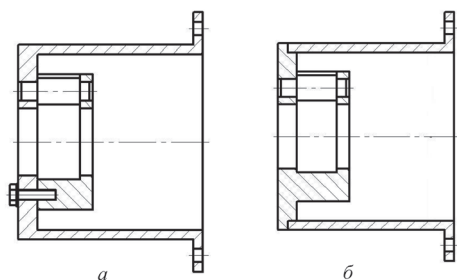


Рис. 1. Варианты конструкций кожуха корпуса водила: а – отлитый из чугуна, соединенный болтами с водилом; б – полученный горячей штамповкой и стальной толстостенной трубы

Наиболее надежной и экономически выгодной является конструкция кожуха корпуса водила, полученного из трубной заготовки путем отбортовки фланца [2], к которому приварено водило (рис. 1, б). При такой конструкции незначительно усложняется механическая обработка водила (торцовых поверхностей под сателлиты), но при этом существенно повышается его надежность в эксплуатации за счет исключения разъемного соединения между водилом и кожухом корпуса водила.

Цельнолитые заготовки корпуса водила заднего моста в настоящее время изготавливают из высокопрочного чугуна ВЧ50-2 по ГОСТ 7293-85 (твердость 180–260 НВ, временное сопротивление при растяжении не менее 500 МПа, относительное удлинение не менее 2%, ударная вязкость не менее 2 Дж/см²).

Химический состав материала испытываемых образцов и заготовок корпусов водила автомобиля, %, приведен ниже.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Mg	Al
3,60	1,85	0,35	0,034	0,013	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01

Испытания на механические свойства образцов при растяжении проводили на испытательной машине МР-100, а на ударную вязкость – на маятниковом копре КМ-30. Образцы вырезали из разных участков цельнолитых заготовок корпусов водила, изготовленных из высокопрочного чугуна, а также из фланцевой части испытываемых заготовок и стенок цилиндрического полого участка. Схема вырезки образцов показана на рис. 2.

Распределение твердости в разных зонах корпуса водила представлено на рис. 3.

Как следует из приведенных данных, разброс твердости в разных зонах образца составляет 159–187 НВ, что свидетельствует о некоторой неоднородности отливки.

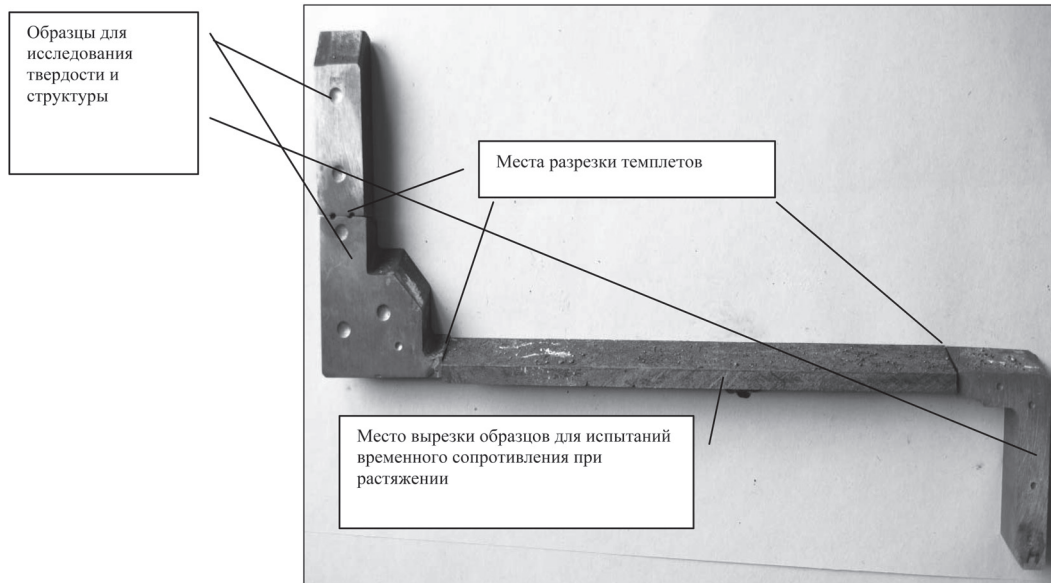


Рис. 2. Схема вырезки образцов из цельнолитых корпусов водила, изготовленных из высокопрочного чугуна

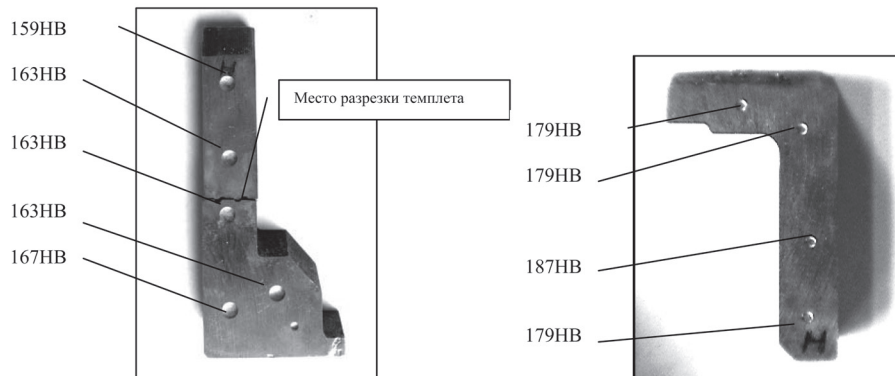


Рис. 3. Распределение твердости по сечению образца цельнолитого корпуса водила, изготовленного из высокопрочного чугуна

Результаты металлографических исследований показаны на рис. 4.

Структура представляет собой включения шаровидного графита правильной формы диаметром от 30 до 125 мкм в количестве до 12%, равномерно распределенного в металлической основе. Кроме того, в данном чугуна присутствует более 2% пластинчатого перлита. Помимо этого, в отливках имеется достаточное количество пор и раковин (рис. 5).

Наличие литейных дефектов приводит к появлению концентраторов напряжений, которые способствуют разрушению готового изделия. Характерным видом разрушения для литых корпусов водила является появление сквозных кольцевых трещин в месте перехода цилиндрической части к фланцу.

Результаты стендовых испытаний цельнолитых корпусов водила, изготовленных из высоко-

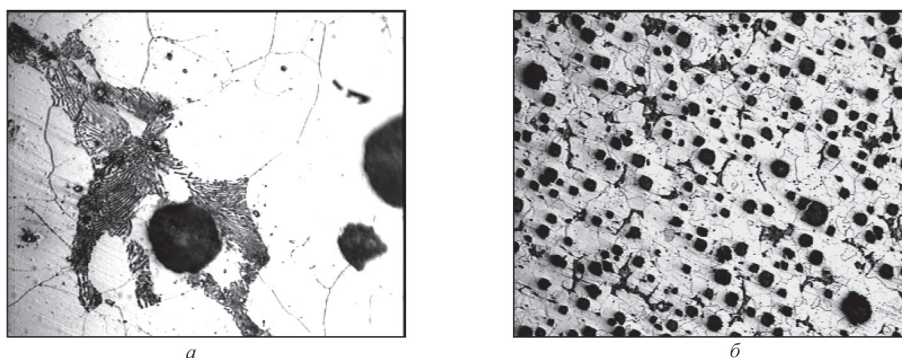


Рис. 4. Микроструктура образцов цельнолитого корпуса водила из высокопрочного чугуна ВЧ50-2: а – $\times 125$; б – $\times 1000$

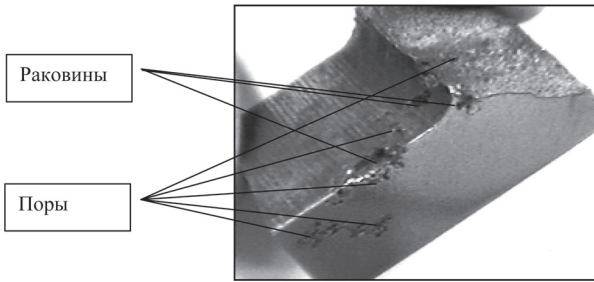


Рис. 5 Внешний вид образца, подтверждающий наличие литейных дефектов в виде пор и раковин в сечении цельнолитых корпусов водила

прочного чугуна, показали, что количество циклов нагружения данной детали до разрушения колеблется от 300 тыс. до 1,5 млн в зависимости от количества литейных дефектов в виде пор и их величины. Чем больше количество пор и их абсолютная величина, тем меньше циклов нагружения выдерживает деталь.

При проверке качества сварных швов рентгеновским методом на ряде кожухов корпуса водила в зоне сварки выявлены множественные поры размером 0,6–1,2 мм. По окончании сварки произведена операция нормализации детали для снятия остаточных напряжений в зоне сварки. После механической обработки сварной детали были проведены стендовые испытания. Результаты этих испытаний показали, что количество циклов нагружения сварных кожухов корпуса водила до разрушения в среднем колеблется от 1300 до 2500 тыс. циклов, что существенно выше, чем у литых, и отличается большей стабильностью.

Металлографическими исследованиями шлифов образцов, вырезанных из сварных кожухов,

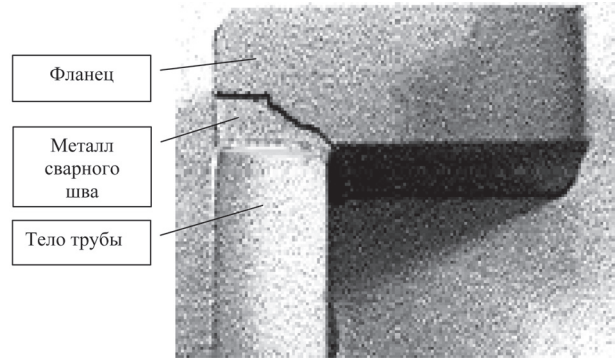


Рис. 6 Характер разрушения сварного кожуха корпуса водила, выполненного из стали 35

установлено, что микроструктура включает в основном скрытопластинчатый перлит, чередующийся в отдельных случаях с участками сорбитообразного перлита плюс феррит. Балл зерна № 9, ГОСТ 5639-82.

Разрушение изделий в результате стендовых испытаний происходит в основном в зоне сварки фланца с цилиндрической трубной заготовкой (рис. 6), т. е. в наиболее нагруженном участке. Данное обстоятельство наводит на мысль, что фланцевый и цилиндрический участки кожуха корпуса водила следует изготавливать из единой заготовки, например из трубы с отбортовкой фланца. Для проведения соответствующих исследований была изготовлена серия кожухов корпуса водила путем отбортовки фланца в трубной заготовке из стали 35 с локальным нагревом зоны деформации. Химический состав материала трубы, используемой для изготовления кожуха корпуса водила, %, приведен ниже.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Сталь 35
0,36	0,22	0,63	0,018	0,03	0,01	0,01	0,01	ГОСТ 1050-88

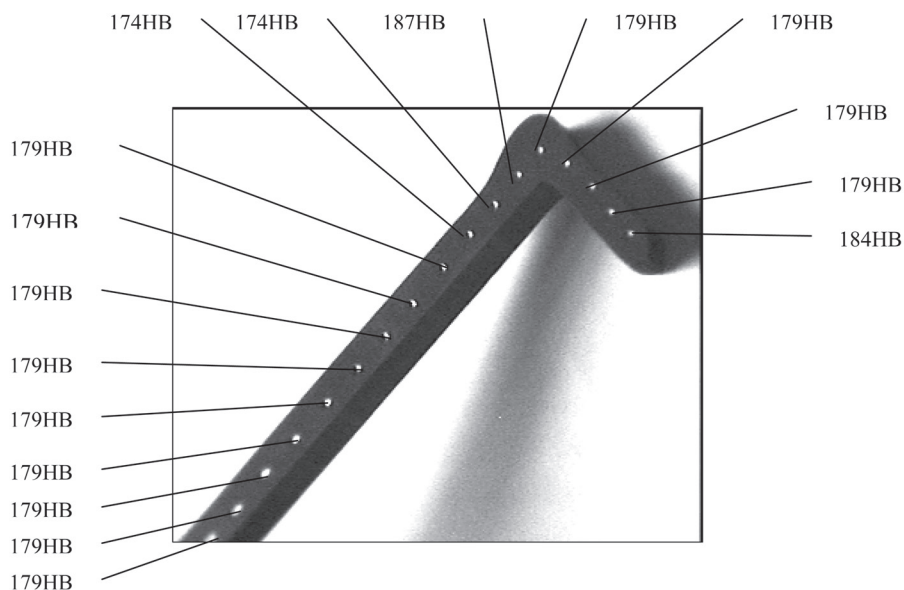


Рис. 7. Распределение твердости по сечению кожуха корпуса водила после горячей отбортовки и охлаждения на воздухе

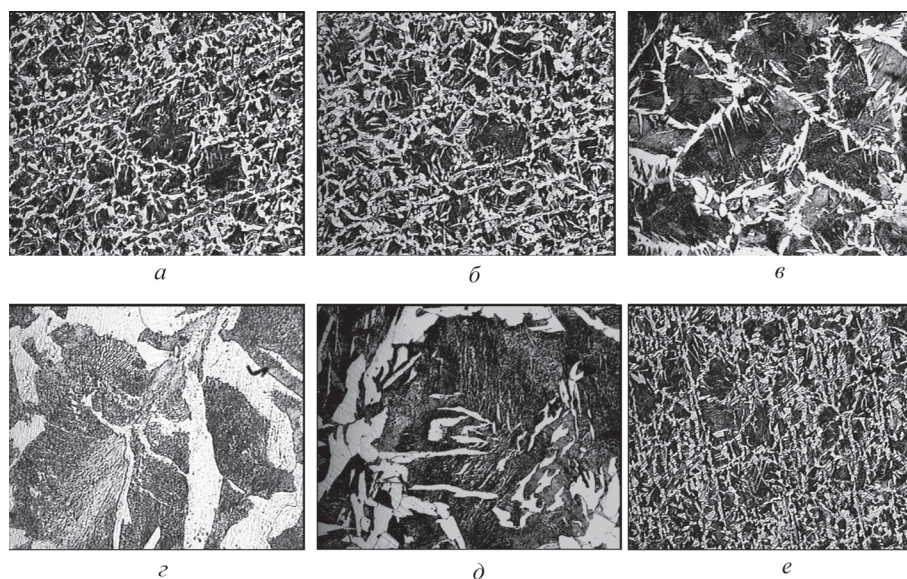


Рис. 8. Микроструктура заготовки из трубы в исходном горячекатаном состоянии: а–в – $\times 125$; г–е – $\times 1000$

На рис. 7 показано распределение твердости вдоль стенок и фланцевой части кожуха корпуса водила, отштампованного из трубной заготовки с локальным нагревом ее деформируемого участка и последующим охлаждением на воздухе. Из рисунка видно, что твердость в исходном участке трубной заготовки и в предварительно нагретой деформированной зоне практически одинакова. Это объясняется, на наш взгляд, тем, что в качестве исходной заготовки выбрана горячекатаная труба, условия охлаждения которой после прокатки такие же, как и отбортованной заготовки.

На рис. 8 показана микроструктура на различных участках исходной заготовки из горячекатаной трубы стали 35. Из рисунка видно, что в состоянии поставки горячекатаная труба имеет грубую структуру, состоящую из феррита плюс пластинчатый перлит, балл зерна № 4, 5, а отдельные зерна имеют балл № 3 согласно ГОСТ 5639-82. Такой материал к применению без последующей термической обработки мало пригоден для высоконагруженных деталей автомобиля из-за низких механических свойств и склонности к хрупкому разрушению. Временное сопротивление такой стали составляет порядка $\sigma_B = 540$ МПа, относительное удлинение $\delta = 20\%$, ударная вязкость КСУ = 70 Дж/см². Особенно это касается деталей, имеющих зоны концентрации напряжений, как в случае участка перехода от стенки трубы во фланцевую часть.

В результате ускоренного локального индукционного нагрева заготовки и последующей пластической деформации в зоне формообразования фланца формируется волокнистая мелкокристаллическая структура, обладающая повышенной проч-

ностью и пластичностью (рис. 9). Структура в зоне деформации включает в себя феррит плюс пластинчатый перлит, балл зерна № 8 по ГОСТ 5639-82. На прилегающих участках заготовки, подвергнутых индукционному нагреву без пластической деформации (цилиндрическая стенка), структура имеет феррит плюс пластинчатый перлит, балл зерна № 6 по ГОСТ 5639-82. Это также приводит к повышению прочностных и пластических характеристик металла, поскольку зерно в этой зоне более мелкое по сравнению с зерном в участке заготовки, не подвергнутом скоростному нагреву, т. е. в исходном состоянии.

На рис. 10 показана схема вырезки образцов для проведения испытаний механических свойств материала заготовок кожуха корпуса водила, изготовленных из трубы с отбортовкой фланца.

В таблице приведены результаты стендовых испытаний кожуха корпуса водила, изготовленного отбортовкой трубной заготовки из стали 35 с локальным нагревом зоны деформации.

Результаты стендовых испытаний кожухов корпуса водила, изготовленных из трубных заготовок стали 35

Номер образца	Количество циклов нагружения	Характер разрушения
1	2630000	Образование трещины по галтели
2	3000000	Снят с испытаний без разрушений
3	3000000	Снят с испытаний без разрушений
4	2950000	Образование трещины по галтели
5	3000000	Снят с испытаний без разрушений

Из таблицы видно, что по сравнению с литым и сварным вариантами кожухи корпуса водила, полученные из трубной заготовки, выдерживают большее количество циклов до разрушения, по-

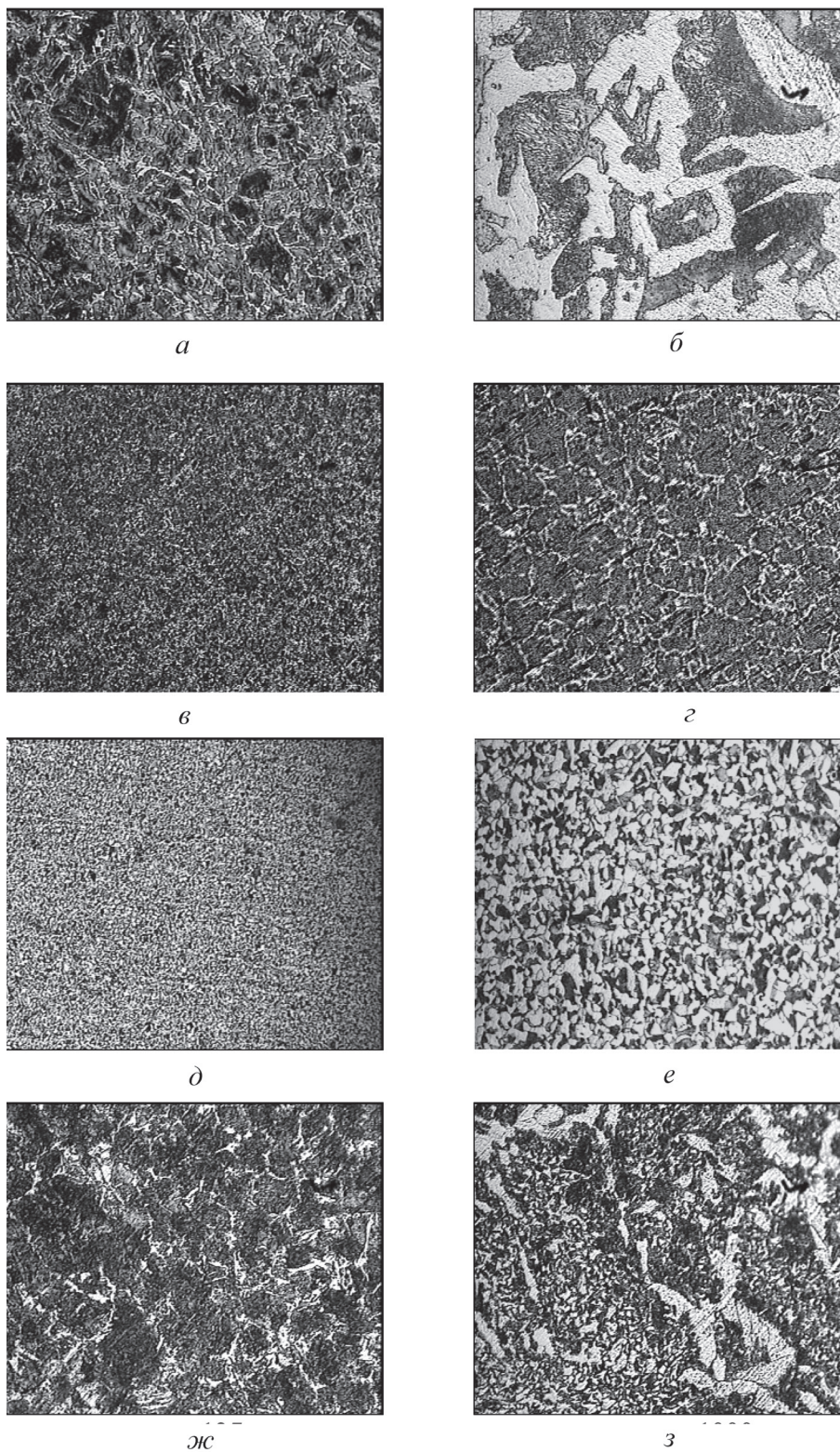


Рис. 9. Микроструктура заготовки кожуха корпуса водила из трубы стали 35 после локального индукционного нагрева, последующей отбортовки и охлаждения на воздухе: *а, б* – край заготовки, не подвергавшийся нагреву и деформации; *в, г* – зона края фланца, подвергнутая наибольшей деформации; *д, е* – зона перехода фланца в цилиндрическую стенку; *ж, з* – зона нагрева цилиндрической части заготовки, не подвергавшаяся деформации. *а, в, д, ж* – $\times 125$; *б, г, е, з* – $\times 1000$



Рис.10. Схема вырезки образцов для проведения механических испытаний материала заготовок кожуха корпуса водила, изготовленных отбортовкой из трубы

скольку в отличие от первых отличаются полным отсутствием литейных и сварочных дефектов

в высоконагруженной зоне перехода от фланца к стенке трубы и наличием в этой зоне благоприятной мелкокристаллической структуры.

Выводы

Проведенные исследования с использованием механических, металлографических и стендовых испытаний образцов кожуха корпуса водила, полученного литьем из чугуна марки ВЧ50-2, сваркой из трех стальных элементов (сталь 35) и отбортовкой стальной бесшовной трубы, показали, что последний вариант является наиболее предпочтительным по своей технологичности и высокой циклической стойкости готового изделия.

Литература

1. К о р с а к о в В. В. Автомобили МАЗ. Руководство по эксплуатации / Под общ. ред. В. В. Корсакова. Мн.: МАЗ «Полиграф», 1997.
2. Прогрессивные методы обработки заготовок и восстановления деталей / В. А. Гуринович, Л. М. Кожуро, М. И. Сидоренко, Л. А. Исаевич; Под ред. Л. М. Кожуро. Мн.: БНТУ, 2007.