

05.03.06

K 687

ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

на правах рукописи

КОРОТКОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 621.791.91.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ДЛЯ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ОБРАЗОВАНИЯ
СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ

Специальность 05.03.06. - Технология и машины
сварочного производства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Челябинск
1988

Читальный зал
«Профessorский»

Работа выполнена в Челябинском политехническом институте им. Ленинского Комсомола.

Научный руководитель - заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор О.А.Бакши

Официальные спонсоры - доктор технических наук, профессор Трыков Ю.П., кандидат технических наук, доцент Пряхин А.В.

Ведущее предприятие - Нижнетагильский металлургический комбинат им. В.И.Ленина

Зашита состоится в конференц-зале главного учебного корпуса на заседании специализированного совета К 053.13.02. в Челябинском политехническом институте им. Ленинского Комсомола.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института. Ваши отзывы на автореферат в одном экземпляре, заверенные печатью учреждения просим направлять по адресу:
454044, Челябинск, пр. Ленина, 76

Автореферат разослан " — " 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат технических наук,
доцент

В.В. Жестков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

ЗОХ

Актуальность работы. В последних партийных документах говорится о необходимости интенсификации развития экономики страны на основе ускорения научно-технического прогресса. Сварка и наплавка относятся к наиболее прогрессивным технологическим процессам, повышение эффективности которых требует постоянного их развития.

В диссертации разработаны технологии восстановления внутренних размеров втулок и образования соединений с натягом за счет, обычно нежелательных, сварочных деформаций. Актуальность этих исследований заключается в получении новых возможностей не только при восстановлении изношенных деталей, но и при производстве сборочных работ.

Работа выполнена в соответствии с целевой научно-технической программой 0.72.01 утвержденной Постановлением ГКНТ и Госплана СССР от 12.12.80, № 472/248 (приложение 15), а так же в соответствии с планами Координационного Совета по сварке при ИЭС им. Е.О.Патона и Мингео СССР.

Цель работы - разработать технологию рационального применения сварочных деформаций для восстановления внутренних размеров втулок и образования соединений с натягом.

Методы исследования. Теоретический анализ температурных полей и напряженно-деформированного состояния наплавленных втулок выполнен на основе теории тепловых процессов при сварке, теорий упругости и пластичности. Экспериментальное определение температурных полей, остаточных напряжений и деформаций, а так же прочности соединений с натягом проведено на современном исследовательском оборудовании по известным методикам.

Научная новизна. Получены расчетные формулы позволяющие приближенно оценивать не только упругие, но и упругопластические остаточные деформации наплавленных втулок. Найдено условие, при котором остаточные деформации, возрастаю в 2 и более раз, переходят из упругих в упругопластические.

На основе изучения остаточных напряжений в наплавленных втулках сделано заключение об их автоскреплении.

Получены расчетные зависимости позволяющие оценивать контактное давление в соединениях с натягом, образованных за счет сварочных деформаций, в зависимости от условий наплавки. Определено условие, при котором контактное давление становится максимальным.

Установлено, что соединения с натягом, образованные за счет

сварочных деформаций не менее прочны, чем обычные соединения с натягом, собранные, например, напрессовкой. При этом в исследуемых соединениях с натягом имеется возможность без ущерба для прочности расширить допуски на размеры посадочных диаметров вала в втулки в 3 и более раз.

Практическая ценность. Разработаны способы рационального использования сварочных деформаций для восстановления втулок и образования соединений с натягом (а.с. 1017462, а.с. 772788). Для освоения этих способов в производстве разработаны инженерные методики расчета. Экономический эффект от использования разработок в НО Уралвагонзавод и в НГО Уралгеология составил более 134 тыс. рублей.

На защиту выносятся: результаты теоретического и экспериментального изучения сварочных деформаций и напряжений при наглавке втулок и разработанная на их основе инженерная методика расчета сварочных деформаций; результаты теоретического и экспериментального изучения прочности соединений с натягом, образованных за счет сварочных деформаций, и методика расчета прочности таких соединений; предложенные технологии восстановления размеров изношенных втулок и образования соединений с натягом за счет сварочных деформаций.

Апробация работы. Материалы работы доложены на: 1. Конференциях молодых ученых и специалистов, г. Нижний Тагил, 1980, 1984 гг. 2. Зональной научно-технической конференции сварщиков зоны Урала, г. Курган, 1982 г. 3. Экспертно-координационном совете по трубам при Мингэо СССР, г. Североуральск, 1983 г. 4. Научно-технической конференции УПИ им. С.М. Кирова, г. Свердловск, 1984 г. 5. Научных семинарах кафедры "Оборудование и технология сварочного производства" ЧИИ им. Ленинского комсомола, г. Челябинск, 1983, 1984 гг.

Материалы диссертации отмечены премией Свердловского обкома ВЛКСМ и УНЦ АН СССР (г. Свердловск, 1982 г.); демонстрировались на научно-технической выставке "Вузы РСФСР - машиностроению", (г. Тольятти, 1982 г.); по ним снят фильм студией Центрнаучфильм в 1982 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 работ.

Объем диссертации. Диссертация изложена на 135 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4-х разделов, заключения, приложения, включает 10 таблиц и 33 рисунка. Список использованных источников содержит 108 наименований отечественных и зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

При наплавке втулок по наружной поверхности под воздействием сварочных напряжений происходит уменьшение их внутреннего диаметра, которое может компенсировать износ. Если втулку надеть на вал с зазором, а затем наплавить, то в результате уменьшения внутреннего диаметра она плотно "обхватит" вал и произойдет образование посадки с натягом. Для широкого внедрения перечисленных способов рационального использования сварочных деформаций в производство необходимо знать закономерности их формирования.

Современная теория сварочных деформаций и напряжений разработана преимущественно в трудах советских ученых Г.А.Николаева, Е.С.Патона, Н.О.Оккерблома, В.И.Махненко, В.А.Винокурова и др. Вопросам формоизменения при теплосменах посвящены труды Н.Н.Давыденко, Д.А.Гохфельда, Б.Е.Догофеева и др. Теоретическое исследование сварочных деформаций и напряжений в оплавленных втулках с использованием численных методов решения приведено в работе В.И.Махненко. Однако, применить такой метод расчета в инженерной практике затруднительно в силу его сложности. Методики расчета остаточных деформаций наплавленных втулок Г.Б.Талыпова и М.В.Авдеева более доступны, но они позволяют рассчитывать лишь упругие остаточные деформации, тогда как в способах рационального использования сварочных деформаций чаще требуется рассчитывать упругопластические. В работах Д.Л.Григауза экспериментально изучено уменьшение внутреннего диаметра втулок при оплавлении их сварочной дугой и приведены расчетные эмпирические зависимости. Недостаток последних заключается в ограничении области их применения условиями эксперимента.

Прочность соединений с натягом обеспечивается за счет сил упругого взаимодействия вала и втулки. В расчетах на прочность необходимо знать величину контактного давления между сопрягаемыми поверхностями. В обычных соединениях с натягом, например, собранных напрессовкой, контактное давление рассчитывается по величине натяга, который равен разности диаметра вала и втулки до сборки. В соединениях с натягом, образованных за счет сварочных деформаций величина натяга заранее неизвестна. В изученной литературе отсутствуют методики, позволяющие определить контактное давление в соединениях с натягом в зависимости от условий наплавки втулок.

Для достижения поставленной в работе цели необходимо:

- разработать методику инженерного расчета сварочных деформаций при наплавке втулок, избегая введения эмпирических коэффициентов;
- экспериментально изучить особенности образования сварочных деформаций при наплавке стальных втулок, используя полученные результаты для проверки расчетных зависимостей;
- разработать методику расчетной оценки прочности соединений с натягом, образованных за счет сварочных деформаций;
- экспериментально изучить особенности образования соединений с натягом за счет сварочных деформаций, на основе чего проверить расчетные зависимости.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОСТАТОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ И ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ ПРИ НАПЛАВКЕ ВТУЛОК

В основу теоретического исследования напряженно-деформированного состояния наплавленных втулок положено известное представление о том, что остаточные деформации и напряжения при сварке образуются, благодаря пластическим деформациям сжатия от неравномерного нагрева. При остывании наружная часть втулки, в которой при нагреве сварочной дугой произошла пластическая деформация сжатия, оказывает давление на оставшуюся внутреннюю часть и деформирует ее, вызывая уменьшение внутреннего диаметра. Граница области пластического сжатия от неравномерного нагрева находится из уравнения, полученного путем решения осесимметричной упругопластической задачи с известными допущениями об одновременности наложения наплавленного слоя и схематизированной зависимости предела текучести от температуры:

$$\left| \frac{2a}{\beta_a^2 - \alpha_a^2} \sigma_T \ln \frac{\kappa_a}{\beta_a} + \lambda E \left[\frac{2}{\beta_a^2 - \alpha_a^2} \int_{\alpha_a}^{\beta_a} T(r) r dr - T(\beta_a) \right] \right| = \sigma_T \quad (I)$$

где σ_T - предел текучести материала втулок; E - модуль упругости, λ - коэффициент линейного расширения; a, b - внутренний и наружный радиусы втулки; κ_a - радиус соответствующей изотермы 600°C , ниже которой, как условно принято, материал имеет постоянное значение предела текучести, а выше - теряет упругие свойства; $T(r)$ - распределение температуры по радиусу втул-

ки; b_H - радиус, отвечающий границе области пластического сжатия от неравномерного нагрева.

В стадии охлаждения в результате давления активной части на пассивную во втулке, в общем случае, может образоваться три области упругопластических деформаций, границы которых определяются решением системы трех трансцендентных уравнений. В таком виде решение задачи представляет трудность не только для использования в инженерной практике, но и для анализа. Теоретическое исследование кинетики напряженно-деформированного состояния втулок при охлаждении позволило получить упрощенное решение задачи по определению остаточных радиальных деформаций:

- при $b_H \gg \sqrt{\alpha f}$

$$E_t(a) = -\frac{G_T}{E} \cdot \frac{2b_H^2}{b_H^2 - a^2} \ln \frac{f}{b_H}, \quad (2)$$

- при $K_H \leq a$

$$E_t(a) = -\alpha T(K_H) = E_t^{p\max}(a). \quad (3)$$

- при $b_H < \sqrt{\alpha f}; K_H > a$

$$E_t(a) = \frac{(q_n - q_n^e)[E_t^{p\max}(a) - E_t^{c\max}(a)]}{q_n - q_n^e} + E_t^{c\max}(a) \quad (4)$$

где $E_t^{c\max}$, $E_t^{p\max}$ - наибольшие упругая и упругопластическая деформации; q_n^e, q_n - погонные энергии, при которых упругие и упругопластические деформации принимают наибольшие значения; $E_t(a)$, q_n - искомая деформация и соответствующая ей погонная энергия. Деформация $E_t^{c\max}(a)$ определяется по формуле (2), которая при $b_H = \sqrt{\alpha f}$ принимает вид:

$$E_t^{c\max}(a) = -\frac{G_T}{E} \cdot \frac{2f}{f-a} \ln \frac{f}{\sqrt{\alpha f}}. \quad (5)$$

Деформация $E_t^{p\max}(a)$ находится по формуле (3).

В формулах (2), (3), (5) неизвестные радиусы (K_H), (β_H) и (f) находятся следующим образом. Радиус (K_H) по принятому допущению совпадает с изотермой 600°C . Анализом уравнения (1) установлено, что граница (β_H) совпадает с изотермой 150°C , рассчитанной в сечении, где изотерма 600°C имеет наибольшую глубину распространения. В работе приведены графики, по которым находятся глубины распространения изотерм 150°C и 600°C в зависимости от режимов наплавки с сопутствующим охлаждением. С их помощью для каждого конкретного случая легко определить радиусы (β_H) и (K_H). Радиус (f) превышает известный радиус (β) на величину толщины наплавленного слоя, которая приближенно может быть определена по формуле:

$$h = \frac{\pi \phi_{np}^2}{4 \cdot t} \cdot \frac{v_{np}}{v_H}, \quad (6)$$

где h - толщина наплавленного слоя, ϕ_{np} - диаметр проволоки, t - шаг наплавки, v_{np} , v_H - скорости подачи проволоки и наплавки.

Полученные расчетные формулы в отличии от известных позволяют определять не только упругие, но и упругопластические остаточные деформации. Они не содержат эмпирических коэффициентов, ограничивающих область применения, и не требуют сложных вычислений. Это делает их удобными для использования в инженерной практике.

На основе теоретического изучения напряженного состояния наплавленных втулок сделан вывод об их автоскреплении, то есть способности выдерживать повышенное внутреннее давление. Установлены условия образования максимального и минимального уровня остаточных напряжений.

Прочность соединений с натягом зависит от величины контактного давления между сопрягаемыми поверхностями вала и втулки. Для определения контактного давления (P) соединение с натягом, образованное за счет сварочных деформаций, рассмотрено как одна втулка, у которой внутренний радиус равен внутреннему радиусу действительного вала, а наружный - наружному радиусу действительной втулки. Контактное давление определено, как радиальное напряжение на радиусе равном внутреннему радиусу действительной втулки:

$$\rho = -\tilde{G}_t(a) = \frac{[\alpha^2 - (\alpha^8)^2] \beta_H^2}{[\beta_H^2 - (\alpha^8)^2] \alpha^2} \tilde{G}_T \ln \frac{f}{\beta_H} . \quad (7)$$

где α^8 - внутренний радиус действительного вала.

Полученная формула устанавливает зависимость контактного давления от условий наплавки. По мере приближения с изменением условий наплавки границы (β_H) к внутреннему радиусу втулки (α) контактное давление увеличивается, а при ($\beta_H = \alpha$) оно становится наибольшим; формула (7) принимает вид:

$$\rho^{max} = \tilde{G}_T \ln \frac{f}{\alpha} . \quad (8)$$

Сравнение этого давления с максимально допустимым в обычных соединениях с натягом показало, что оно различается незначительно, причем давление рассчитанное по формуле (8) всегда выше. Это означает, что соединения с натягом, образованные за счет сварочных деформаций, не менее прочные, чем обычные.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ, НАПРЯЖЕНИЙ И ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ ПРИ НАПЛАВКЕ ВТУЛОК

Установлено, что уменьшение внутреннего диаметра в средней части наплавки, при ведении процесса с сопутствующим охлаждением водой, сохраняется постоянным, а по краям наплавки - снижается. Если наплавка производится без сопутствующего охлаждения, то деформация по длине наплавки нарастает от ее начала к концу. Статистическим анализом установлена стабильная повторяемость значений остаточных деформаций втулок при одинаковых условиях наплавки. Коэффициент вариации равен 7,5%. Подтвержден расчесный характер зависимости деформации втулок от погонной энергии наплавки. В таблице I приведено сравнение расчетных и экспериментальных значений как упругих так и упругопластических деформаций наплавленных втулок. Учитывая инженерную направленность разработанной методики расчета, полученное совпадение расчетных и экспериментальных зна-

чений можно признать удовлетворительными.

Таблица I

Деформации наплавленных втулок

Размеры втулок, мм внутренний радиус	Погонная толщина	Погонная энергия наплавки, МДж/м	Деформация $\times 10^3$ расчетная	Деформация $\times 10^3$ опытная ^з	Погреш- ность расчета, %
19,5	6,5	0,76	7,2	13,8	-47,8
19,5	6,5	0,12	5,7	3,9	+46,1
19,5	13,0	0,76	7,2	6,1	+18,0
19,5	13,0	0,12	2,8	2,3	+21,7
22,5	10,0	0,27	5,4	4,9	+10,2
26,0	6,5	0,76	7,2	11,9	-39,5
40,0	6,5	0,50	7,2	7,0	+2,8
110,0	10,0	0,50	7,2	6,4	+12,5
193,5	13,0	0,63	12,6	15,5 ^{**}	-18,7

^з - приведены средние значения по 5 спектам

^{**} - из работы В.И.Макненко

Применение аустенитного наплавочного материала, благодаря большому значению коэффициента линейного расширения, увеличивает остаточные деформации, а применение закаливаемых сталей уменьшает их на 20-30%. В последнем случае снижение остаточных деформаций объясняется релаксацией тепловых напряжений в ходе мартенситного превращения. На образцах на установке ИМАШ-5с показано, что наиболее эффективно релаксация тепловых напряжений в ходе мартенситного превращения происходит в сталях нестабильного аустенита (10Х14Н3Г8). Это достигается за счет того, что в сталях нестабильного аустенита мартенситное превращение происходит при температуре близкой к нормальной, что предупреждает повторное нарастание тепловых напряжений.

Определение остаточных напряжений в наплавленных втулках по методу Закса позволило установить, что остаточные радиальные напряжения имеют максимум вблизи расчетной границы (δ_H) активной части. Это косвенно подтверждает правильность результа-

тог анализа в стадии нагрева.

При изучении прочности соединений с натягом, образованных за счет сварочных деформаций, втулки перед наплавкой надевали на вал с определенным зазором. После наплавки соединения распрессовывали с регистрацией усилия выпрессовки и измеряли диаметры посадочных поверхностей. По разности диаметра вала и втулки определяли фактический натяг, который по формулам теории упругости пересчитывали в фактическое контактное давление. Распрессованные соединения снова запрессовывались с повторной распрессовкой. Из таблицы 2 видно, что расчетное максимальное контактное давление удовлетворительно совпадает с фактическим (п.1...3,5,6,8 таблицы 2). Поскольку в современном машиностроении соединения с натягом проектируются, преимущественно, по наибольшему контактному давлению, то разработанная методика расчета максимального контактного давления в соединениях с натягом, образованных за счет сварочных деформаций может быть рекомендована к применению. Контактное давление существенно снижается, если сокращение внутреннего диаметра втулки при наплавке оказывается меньше суммы сборочного зазора и максимального натяга (п.7 таблицы 2), а также если граница активной части удалена от внутренней поверхности втулки (п.4 таблицы 2). Если выполняются условия, обеспечивающие максимальное контактное давление, то оно не зависит от величины исходного сборочного зазора (п.1, 2, 5, 6 таблицы 2). Это позволяет расширить допуски на посадочные диаметры вала и втулки и тем самым упростить технологию механической обработки. Контактное давление уменьшается по краям наплавленных втулок. Это снижает концентрацию напряжений на валах и способствует повышению их усталостной прочности.

Прочность (усилие выпрессовки) соединений с натягом, образованных за счет сварочных деформаций, при первой выпрессовке существенно превышает расчетную, что объясняется образованием более прочного сцепления контактирующих поверхностей в условиях их повышенного разогрева и пластической деформации. В ряде случаев при первой распрессовке образовываются задиры на сопрягаемых поверхностях. При повторных обычных запрессовках и распрессовках, когда перечисленные условия отсутствуют, прочность соединений снижается до уровня расчетной, но всегда остается выше расчетной, т.е. имеется запас прочности.

Таблица 2

Контактное давление в спиральных с натягом, образованных за счет сварочных деформаций

Номер опыта	Размер втулки, мм	Погонная энергия резкого гашения, кДж/м	Усадка втулки, мм	Сборочный зазор, мм	Контактное давление, МПа	
					расчетное	фактическое
1	26	8,5	23	0,27	0,46	0,05
2	26	8,5	26	0,27	0,46	0,20
3	23	11,5	23	0,31	0,24	0,05
4	20	14,5	24	0,27	0,13	0,05
5	20	16,0	20	0,50	0,17	0,03
6	20	16,0	20	0,50	0,17	0,08
7	20	16,0	20	0,50	0,17	0,12
8	26	8,5	26	0,20	0,37	0,05

— приведены средние значения по 5 образцам

— основной и наплавочный материал имели предел текучести 300МПа, в остальных случаях — 240МПа

4. ВНЕПРЕНИЕ РАЗРАБОТОК В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Для улучшения работоспособности бурильных труб их резьбовые соединения оснащаются разгрузочными кольцами. Кольцо крепится на трубе за резьбой по посадке с натягом, а затем приваривается к замку. Основной трудностью при этом является выполнение с высокой точностью посадочных поверхностей трубы и кольца. Для труб диаметром 50мм допуск на эти размеры составляет 0,03мм. Применение способа образования соединений с натягом за счет сварочных деформаций позволило расширить допуск до 0,10мм, т.е. более чем в 3 раза и тем самым создать предпосылки для производства упрочненных бурильных колонн в условиях Североуральской геолого-разведочной экспедиции ПГО Уралгеология. При работе упрочненных колонн получен экономический эффект более 120 тыс. рублей.

В ПС Уралргонзавод для ликвидации износа внутренней поверхности стаканов трамвайного вагона разработана технология его компенсации сварочными деформациями. Это позволило обойтись при восстановлении без специальной установки для наплавки внутренних поверхностей. Экономический эффект поставил более 14 тыс. рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании теорий упругости и пластичности разработана инженерная методика расчета, позволяющая приближенно оценивать как упругие, так и упругопластические деформации наплавленных втулок. Полученные расчетные формулы не содержат эмпирических коэффициентов и не требуют сложных вычислений.

2. Аналитически установлено, что граница области пластического сжатия от неравномерного нагрева втулок сварочной дугой приближенно совпадает с изотермой 150⁰С. Эта граница смещается в область более высоких температур с увеличением предела текучести материала и уменьшением произведения коэффициента линейного расширения на модуль упругости. Полученный результат упрощает расчеты по нахождению названной границы.

3. Установлено, что остаточная радиальная деформация втулок упругая, если радиус, совпадающий с границей области пластического сжатия от неравномерного нагрева сварочной дугой, больше среднегеометрического от внутреннего и наружного радиусов.

0329021

Если выше названный радиус меньше среднегеометрического от внутреннего и наружного радиусов, то остаточная деформация возрастает в 2 и более раз и становится упругопластической. Полученное условие позволяет определить режимы наплавки, обеспечивающие требуемый уровень остаточных деформаций.

4. Экспериментально установлено, что использование закаливающихся сталей в качестве основного или наплавочного материала снижает деформации наплавленных втулок на 20–30%, благодаря релаксации тепловых напряжений в ходе мартенситного превращения. Наиболее эффективно релаксация тепловых напряжений происходит в сталях нестабильного аустенита, в которых мартенситное превращение протекает при температуре близкой к нормальной. При наплавке аустенитным наплавочным материалом приращение остаточных деформаций втулок достигает 25%.

5. Методом Закса установлено, что радиальные остаточные напряжения в наплавленных втулках имеют максимум вблизи расчетной границы области пластического сжатия, образующейся при неравномерном нагреве сварочной дугой. Это косвенно подтверждает правильность расчетов в стадии нагрева по определению границы области пластического сжатия. Окружные остаточные напряжения сжатия в наплавленных втулках располагаются на внутренней поверхности, что делает наплавленные втулки автоскрепленными, то есть способными выдерживать повышенное внутреннее давление. Это расширяет область возможного применения наплавленных втулок.

6. На основе теорий упругости и пластичности разработана инженерная методика расчета, позволяющая приближенно оценивать контактное давление в соединениях с натягом в зависимости от условий наплавки втулок. Получено условие, обеспечивающее максимальное значение контактного давления, которое не ниже максимального значения контактного давления в обычных соединениях с натягом, собранных, например напрессовкой. То есть соединения с натягом, образованные за счет сварочных деформаций, не менее прочны, чем обычные соединения с натягом.

7. Установлено, что в соединениях с натягом, образованных за счет сварочных деформаций, благодаря значительной величине деформаций втулок при наплавке, имеется возможность без снижения прочности соединений увеличить допуски на размеры посадочных диаметров вала и втулки более чем в 3 раза по сравнению с допусками в обычных соединениях с натягом. Это в значительной мере счи-

жает трудоемкость механической обработки посадочных поверхностей.

8. В соединениях с натягом, образованных за счет сварочных деформаций, имеется снижение контактного давления по краю наплавленных втулок. Это уменьшает концентрацию напряжений в валах и способствует повышению их усталостной прочности.

9. На способы рационального использования сварочных деформаций для восстановления размеров и образowania соединений с натягом получены а.с. 1017462, а.с. 772788. Экономический эффект от внедрения разработок в Североуральской геологоразведочной экспедиции ПГО Уралгеология и в ПО Уральзагонзавод составляет свыше 134 тыс. рублей.

10. Проведенные исследования и полученные результаты могут послужить основой для решения некоторых проблем в том числе проблемы наплавки бандажей, закрепленных на валу (ступице) по посадке с натягом. Бандажированные валки, колеса и др. находят в промышленности все более широкое применение. Опыт эксплуатации выявил необходимость неоднократной наплавки бандажей до их замены. Проблема состоит в том, что при наплавке может происходить ослабление посадки бандажей или их разрыв. Решение задачи по определению напряженно-деформированного состояния наплавленных бандажей позволит оптимизировать условия наплавки и обеспечить их высокую работоспособность.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Приволока для наплавки гидропрессов /М.Н.Лобанов, И.А.Толстов, Н.С.Луков, В.А.Коротков // Автоматическая сварка.- 1978.- № 10.-С.57-69.

2. А.С. 772788 (СССР). Способ сборки деталей типа вальцутка /В.А.Коротков, И.А.Толстов, А.А.Спиридонов, А.Г.Немчинов. - Опубл. в Б.И.- 1980. - № 39.

3. Особенности наплавки тонкостенных цилиндрических деталей /В.А.Коротков, А.А.Спиридонов, И.А.Толстов, А.А.Семкин // Сварочное производство. - 1981. - № 2.-С.29-30.

4. Коротков В.А., Толстов И.А. Новый способ крепления стабилизирующих колец на бурильных трубах // ВНИИОНГ: Маркин и нефтяное оборудование. - 1981. - № 2.-С.9-11.

5. Коротков В.А., Толстов И.А. Рациональное применение свар-

рочных деформаций // Тезисы научно-технической конференции сварщиков зоны Урала. Курган. - 1982. - С.150-153.

6. А.С. 1017462 (СССР). Способ восстановления деталей типа втулок /В.А.Коротков, А.И.Евдокимов, И.А.Толстов, О.В.Трошин. - Опубл. в Б.И. - 1983. - № 18.

7. В.А.Коротков, С.Г.Мякишев. Автоскрепление наплавленных втулок /Тезисы докладов 6-ой конференции молодых ученых и специалистов. Нижний Тагил. - 1984. - С.28-29.

8. Упрочнение резьбовых соединений бурильных труб разгрузочными кольцами /П.П.Артемов, А.Н.Глухов, В.К.Панарев, В.А.Коротков // Свердловск: ЦНИИ. - Информационный листок. - 1985. - № 13-85.

9. Расчет деформаций при наплавке втулок /В.А.Коротков, О.А.Бакши, О.В.Трошин, А.Ф.Соловьев // Свердловск: Уральский политехнический институт. - 1986. - С.Г7. Рукопись депонирована в "Черметинформации". - № 3621.-26.09.86.

Научная библиотека ЮУрГУ г.Челябинск



10000 01

0329021

НС 02290 01.08.88 МК т.116 з.3231