

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКЕ ПРИ МАССОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Турсуналиев Ислонжон Дилшоджон ўғли<sup>1</sup>, Рустам Каримов

Джахонгир ўғли<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Ферганский политехнический институт, Республика  
Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5752576>

### ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 20 ноября 2021 г.

Утверждено: 25 ноября 2021 г.

Опубликовано: 30 ноября 2021 г.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

контактной стыковой  
сварке.

Производственная  
цепочка, Каркасные  
конструкции  
автомобилей

### АННОТАЦИЯ

*Численные решения цепочек производственных процессов в значительной степени ориентированы на поддержку производства рамных конструкций в автомобильной промышленности. Каркасные конструкции играют центральную роль во всех транспортных средствах, доминируя над общей массой автомобилей, поездов, самолетов и даже космических кораблей. В случае автомобилей масса рамной конструкции составляет около 30% от общей массы.*

В последние годы все большее значение приобретают не только модели отдельных производственных процессов, но и методы, учитывающие целостные виртуальные производственные цепочки. Такие методы, основанные на численных моделях, сопровождают часть жизненного цикла продукта [1, 2].

Во время производства важно достичь точности продукта, а также проследить и указать структурные свойства с помощью вычислительных методов [3–5]. Кроме того, производственные процессы и производственные системы могут быть предварительно спроектированы и оптимизированы до производства прототипов для нужд производственных линий с поддержкой

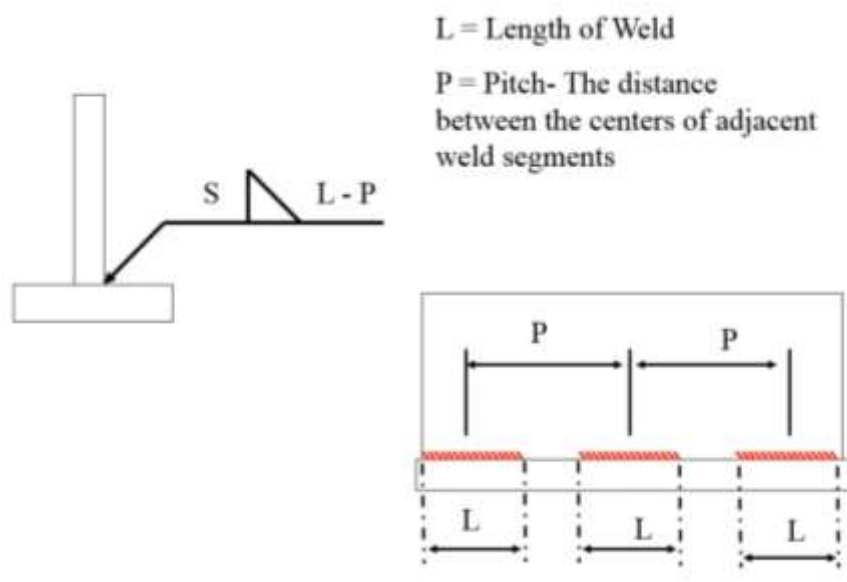
виртуальных имитирующих производственных цепочек. Это может улучшить качество конечного продукта, сэкономить время и затраты, избегая проб и ошибок во время процесса и проектирования завода, получить полезную информацию о поведении материала во время производства и предоставить ценную информацию о взаимодействии между процессами и структура.

Численные методы могут способствовать повышению качества деталей и узлов с точки зрения их геометрических и конструктивных свойств. Усовершенствованные методы моделирования, включая структурные характеристики во время производства, также могут помочь улучшить ударные свойства [6]. Помимо конструктивных

характеристик и определения материала на этапе разработки продукта, производственные процессы влияют на прочность материала и стабильность конструкции, особенно из-за термической обработки. Такие эффекты могут, с одной стороны, улучшить структурные свойства (за счет увеличения предела текучести при горячей штамповке), а с другой стороны, ухудшить их (из-за остаточных напряжений после сварки) [7, 8].

Имеющиеся исследовательские работы предоставляют широкий спектр методов моделирования и их приложений для различных сварочных задач. Большинство методов моделирования, как правило, очень

сильно сосредоточены на отдельных аспектах моделирования сварки и часто не рассматриваются как часть целостной системы. В частности, в случае производственных цепочек, частичные модели следует исследовать как элемент более широкой системы моделирования, сохраняя эффективность и качество, насколько это возможно [9]. Различные влияющие явления иерархически распределены по различным уровням или подсистемам моделирования в зависимости от уровня детализации интегрированной системы моделирования. Значение примерных аспектов моделирования в цепочке моделирования обсуждается с помощью практических примеров.



**Рис.1. Взаимодействие остаточного напряженного состояния глубоко вытянутой чашки с усилием контактной стыковой сварки и улучшение расчета сварочной деформации за счет учета расчетных**

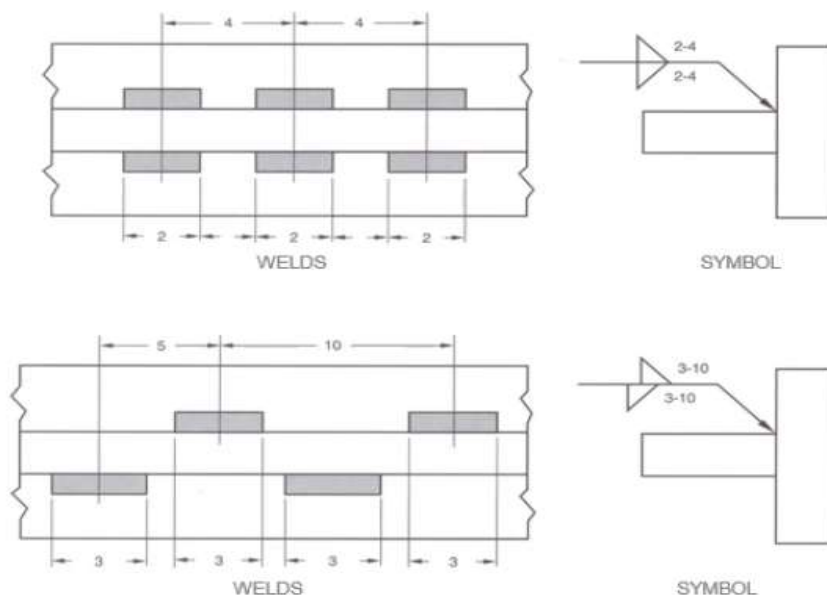
**структурных эффектов после глубокой вытяжки.**

На рис. 1 сравнение расчетной сварочной деформации с помощью модели оболочки глубокой вытяжки показано в продольном и поперечном

направлениях пути сварки. Учет расчетных результатов конструкции привел к увеличению сварочной деформации сформированной чашки. Это происходит из-за высвобождения и восстановления равновесия остаточных напряжений во время сварки и охлаждения.

Эффект взаимодействия подводимой энергии со структурным равновесием еще сильнее, если сварной шов определяется в областях с более высокими остаточными напряжениями. Это проиллюстрировано моделированием двух чашек из листового металла, сформированных с

усилием штампа 50 и 200 кН соответственно. В результате две сформированные чашки демонстрируют различные состояния остаточного напряжения после упругого возврата. После идентичного тепло вложения на две чашки, что отражает процесс сварки, аналогичный вышеупомянутому примеру, сформированная чашка, обладающая наибольшими остаточными напряжениями в области сварного шва, демонстрирует наибольшие сварочные деформации. Влияние остаточных напряжений на сварочную деформацию, выявленную с помощью моделирования, показано на рис.2.



**рис.2. Расчетные сварочные деформации по сравнению с измерениями**

Компоненты рамы, а также расположение зажимного устройства и положения соединений для этого рабочего этапа показаны на рис. 3. Этот

узел демонстрирует вращательную деформацию в своей верхней отмеченной области. Этот эффект деформации наблюдается на аналогичных узлах после соединения. Сравнение зафиксированного отклонения формы реальной сборки после клепки с расчетной деформацией



указывает на очень хорошую корреляцию в этой области. Таким образом, можно сделать вывод, что отклонение допусков компонентов после формовки может существенно повлиять на окончательную форму компонентов каркаса. Взаимодействие

таких эффектов вместе с тепловыми эффектами во время сварочных процессов, а также учет остаточных напряжений и деформационного упрочнения материалов конструкций увеличивает сложность целостных вычислительных подходов.



**Рис. 3. Измеренная и рассчитанная деформация сборки рамы после соединения контактной стыковой сварке в конструкцию с учетом неточностей допусков двух отдельных формованных компонентов рамы.**

## **Выводы**

Подход, представленный в этой статье, способствует поддержке всех производственных операций с помощью вычислительных методов. Основное внимание уделяется разработке метода моделирования, который эффективно и результативно описывает структурные эффекты в производственной цепочке всех полуфабрикатов каркасной конструкции. Результаты исследований в этой статье показывают значительное улучшение геометрической точности результатов моделирования. Это

достигается за счет рассмотрения структурных характеристик отдельных компонентов из-за их предварительного изготовления перед окончательным процессом сварки в рамках интегрированного многоуровневого численного анализа.

С помощью предложенного подхода отладка реальных процессов при изготовлении опытных образцов на пути к серийному производству в области каркасных конструкций выполняется виртуально с помощью вычислительных методов. Таким образом, в будущих приложениях можно избежать трудоемких и дорогостоящих испытаний на реальном устройстве, а на основе виртуальной производственной цепочки могут быть выполнены различные варианты схем технологического процесса. Это помогает находить оптимальные



решения, сопровождать проектирование процессов и продуктов и виртуально прогнозировать свойства продукта. Таким образом, опыт и знания о поведении конструкций во время производственных процессов приобретаются с помощью вычислительных цепочек. Наконец,

достижение прогнозирования структурных свойств готовых рамных узлов в производственной цепочке, представленное в этой статье, закладывает основу для дальнейшего улучшения качества продукции в производственных отраслях.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Karimov, R. (2021). PLANNING OF BELT BRIDGE FOR UNSYMMETRICAL PROGRESSIVE STAMPING. *Scientific progress*, 2(2), 616-623.
2. Karimov, R. J. O. G. L., & Toxtasinov, R. D. O. (2021). FEATURES OF CHIP FORMATION DURING PROCESSING OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS. *Scientific progress*, 2(6), 1481-1487.
3. Karimov, R. J. O. G. L., O'G'Li, S. S. D., & Oxunjonov, Z. N. (2021). CUTTING HARD POLYMER COMPOSITE MATERIALS. *Scientific progress*, 2(6), 1488-1493.
4. Jaxongir o'g'li, R. K., & Sobirovna, N. S. IMPROVING THE QUALITY OF LASER CUTTING OF METALS BY OPTIMIZING THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE PROCESS.
5. Rustam Karimov Jaxongir ugli, & Karimov Ravshan Xikmatullaevich. (2021). DESIGN OF DIES WITH SPLIT DIES. *EURASIAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES, PHILOSOPHY AND CULTURE*, 1(3), 35-39.
6. Rustam Karimov Jaxongir o'g'li, Abullayeva Dona Toshmatovna, Rustamova Muxlisa Muxtoraliyevna, & Toxirov Islom Xakimjon o'g'li. (2021). PROGRESSIVE CONSTRUCTIONS OF ADJUSTABLE SHEET PUNCHING STAMPS. *EURASIAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES, PHILOSOPHY AND CULTURE*, 1(2), 46-53.
- I. O. Ergashev, R. J. Karimov, A. M. Turg'unbekov, & S. S. Nurmatova (2021). Arrali jin mashinasidagi kolosnik panjarasi bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili. *Scientific progress*, 2(3), 78-82
7. Ilhom Olimjonovich Ergashev, Rustam Jaxongir o'g'li Karimov, Ravshan Xikmatullayevich Karimov, & Salimaxon Sobirovna Nurmatova (2021). Kolosnik almashinuvchi mashinasi elementi egilishining nazariy tadqiqotlari. *Scientific progress*, 2(3), 83-87
8. Rustam Karimov Jaxongir ugli, & Polotov Karimjon Quranboevich. (2021). IMPROVE THE EFFICIENCY OF TURNING LIGHT ALLOYS. *EURASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES*, 1(3), 26-30.
9. Rustam Karimov Jaxongir ugli, & Jumaev Nizomiddin Kenjaboy ugli. (2021). COMBINED METHOD OF TURNING BILLS FROM POLYMER MATERIALS. *EURASIAN JOURNAL OF MEDICAL AND NATURAL SCIENCES*, 1(3), 1-6.
10. Rustam Karimov Jaxongir o'g'li, & Polotov Karimjon Quranbaevich. (2021). PROGRESSIV SHTAMPLASH KONSTRUKSIYALARINI REJALASHTIRISH. PLANNING OF PROGRESSIVE STAMPING CONSTRUCTIONS. *EURASIAN JOURNAL OF LAW, FINANCE AND APPLIED SCIENCES*, 1(3), 10-18.



11. Усманов, Д. А., Умарова, М. О., & Жумаев, Н. К. У. (2019). Построение графика проекций поверхности отклика для типа барабана и формы сороудаляющей сетки очистителя хлопка-сырца. Проблемы современной науки и образования, (11-1 (144)).
12. Abdumajidxon Murodxon O'G'Li Muxtorov, & Axmadbek Maxmudbek O'G'Li Turg'Unbekov (2021). VAKUUM XALQALARI UCHUN SILIKON MATERIALLARNI TURLARI VA ULARNING TAHLILI. Scientific progress, 2 (6), 1503-1508.
13. Ахмадбек Махмудбек Ўғли Турғунбеков (2021). НОТЕХНОЛОГИК ЮЗАНИНГ ТЕШИКЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШДА ДОРНАЛАШ УСУЛИНИ ТАДБИҚ ЭТИШ. Scientific progress, 2 (1), 4-10.
14. Xusanjonov, A. S., & Otaboev, N. I. (2018). IMPROVING OF STEERABILITY OF AUTOMOBILES WITH ROTATION OF X-TYPE OF HIS REAR WHEELS RELATIVELY OF FRONT WHEELS. Scientific-technical journal, 22(2), 131-133.
15. Xodjayev, S., Xusanjonov, A., & Botirov, B. (2021). TRANSPORT VOSITALARI DVIGATELLARIDA DIMETILEFIR YOQILG'ISIDAN FOYDALANISH. Scientific progress, 2(1), 1531-1535.
16. Xusanjonov, A., Qobulov, M., & Ismadiyurov, A. (2021). AVTOMOBIL SHOVQINIGA SABAB BO'LUVCHI MANBALARNI TADQIQ ETISH. Academic research in educational sciences, 2(3).
17. Dostonbek, V., Nizomiddin, J., & Jurabek, S. (2021). EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES OF THE PROCESS OF CUTTING POLYMER MATERIALS. Academicia Globe: Inderscience Research, 2(05), 485-490.
18. Ravshan, K., & Nizomiddin, J. (2020). Increasing efficiency of production of machine parts using a combined blade tool. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(5), 445-448.
19. Усманов, Д. А., Умарова, М. О., Абдуллаева, Д. Т., & Рустамова, М. М. (2021). Исследование процесса очистки и хранения тонковолокнистого хлопка от сорных примесей. Бюллетень науки и практики, 7(3), 212-217.
20. Xusanjonov, A., Qobulov, M., & Abdubannopov, A. (2021). AVTOTRANSPORT VOSITALARIDAGI SHOVQIN SO'NDIRUVCHI MOSLAMALARDA ISHLATILGAN KONSTRUKSIYALAR TAHLILI. Academic research in educational sciences, 2(3).
21. Zulfiya, B., Rakhmonali, S., & Murodjon, K. (2021). A BRIEF HISTORY OF THE DEVELOPMENT AND TEACHING OF DRAWING SCIENCE IN UZBEKISTAN.
22. Арзиев, С. С., & Тохиров, И. Х. Ў. (2021). ФАЗОВИЙ ФИКРЛАШНИНГ БЎЛАЖАК МУҲАНДИС ВА АРХИТЕКТОРЛАР ИЖОДИЙ ФАОЛИЯТИДА ТУТГАН ЎРНИ. Scientific progress, 2(2), 438-442.
23. Xodjayev, S., Xusanjonov, A., & Botirov, B. (2021). GIBRID DVIGATELLI AVTOMOBILLARDAN FOYDALANIB ICHKI YONUV DVIGATELLARI ISHLAB CHIQRARGAN QUVVAT SAMARADORLIGINI OSHIRISH VA ATROF-MUHITGA CHIQRILAYOTGAN ZARARLI GAZLARNI KAMAYTIRISH. Scientific progress, 2(1), 1523-1530.
24. Khusanjonov, A., Makhammadjon, Q., & Gholibjon, J. OPPORTUNITIES TO IMPROVE EFFICIENCY AND OTHER ENGINE PERFORMANCE AT LOW LOADS.
25. Усманов, Д. А., Каримов, Р. Х., & Полотов, К. К. (2019). Технологическая оценка работы четырехбарабанного очистителя. Проблемы современной науки и образования, (11-1 (144)).



26. Холмурзаев, А. А., Алижонов, О. И., Мадаминов, Ж. З., & Каримов, Р. Х. (2019). Эффективные средства создания обучающих программ по предмету «Начертательная геометрия». Проблемы современной науки и образования, (12-1 (145)).
27. Валихонов, Д. А. Ё., Ботиров, А. А. Ё., Охунжонов, З. Н., & Каримов, Р. Х. (2021). ЭСКИ АСФАЛЬТО БЕТОННИ КАЙТА ИШЛАШ. Scientific progress, 2(1), 367-373.
28. Абдуллаева, Д. Т., Каримов, Р. Х., & Умарова, М. О. (2021). МАКТАБ ТАЪЛИМ ТИЗИМИДА ЧИЗМАЧИЛИК ФАНИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВА БИЛИМ БЕРИШ ЖАРАЁНИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ. Scientific progress, 2(1), 323-327.
29. Khusanjonov, A., Siddiqov, B., & Asqarov, J. (2021). CALCULATION-EXPERIMENTAL METHOD OF RESEARCH OF EFFICIENCYADORLIK INDICATORS IN ITS MANAGEMENT BY CHANGING THE WORKING CAPACITY OF THE ENGINE USING SALSAL CHARACTERISTICS. Экономика и социум, (4-1), 161-164.