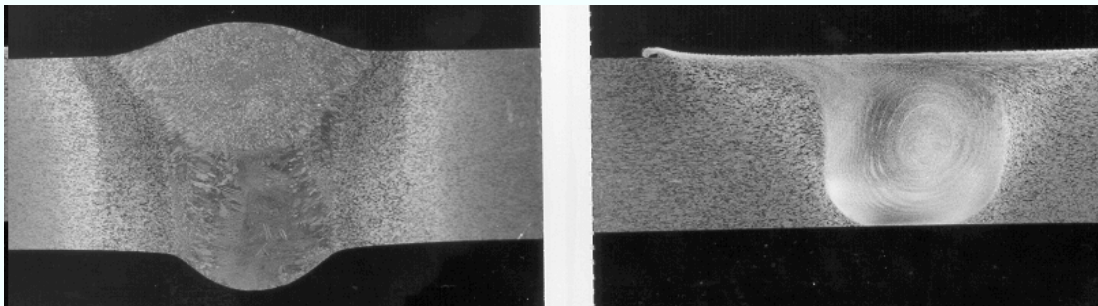


СВАРКА ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

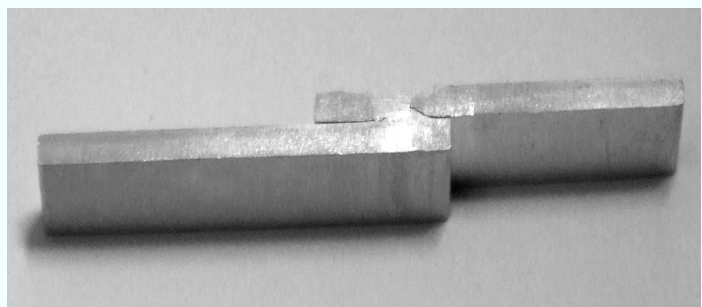
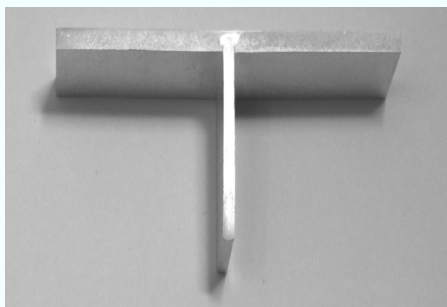
Перспективным и актуальным направлением исследований специалистов Института являются работы по освоению и внедрению в промышленность нового высокотехнологичного способа сварки алюминиевых сплавов – сварки трением с перемешиванием (СТП).

Отличительной особенностью способа СТП является выполнение процесса сварки металла в твердой фазе при температуре ниже температуры плавления свариваемого металла, что обеспечивает высокие механические свойства сварных соединений, отсутствие дефектов, свойственных сварке плавлением, низкий уровень остаточных сварочных деформаций и поволодок и гарантирует стабильность размеров свариваемых деталей.



Двусторонняя сварка плавлением

Односторонняя сварка методом СТП



Сварные соединения из алюминиевых сплавов, полученные методом СТП

Применение СТП позволяет изготавливать облегченные крупногабаритные сварные судовые конструкции из стандартных алюминиево-магниевых сплавов, кроме того, впервые появилась возможность изготавливать сварные детали и конструкции из высокопрочных алюминиевых сплавов систем Al–Zn–Mg–Cu и Al–Cu–Mg, которые не предназначены для сварки плавлением и применяются в авиакосмической промышленности для сборки конструкций исключительно в клепаном варианте.

Перспективные направления применения СТП:

- изготовление тонкостенных сварных панелей повышенной точности для корпусных конструкций, надстроек и конструктивных элементов в судостроении и при строительстве морского оборудования;
- изготовление современных облегченных конструкций железнодорожных и автомобильных цистерн, товарных вагонов, несущих конструкций подвижного состава железных дорог, метрополитена, трамваев;
- контейнеры для перевозки грузов, топливные баки и т.д.

В настоящее время специалистами Института проводятся исследования по сварке трением с перемешиванием алюминиевых и бронзовых сплавов, а также разрабатываются технологии получения сварных соединений из разноименных сплавов и разнородных материалов.

Разработаны технологии сварки трением с перемешиванием катаных листов и прессованных профилей толщиной от 1,5 до 20 мм из алюминиевых сплавов разных систем легирования:

- термически неупрочняемых коррозионно-стойких сплавов систем Al–Mg и Al–Mg–Sc марок 1561, 1565ч, 1550, 1575-1;
- термически упрочняемых сплавов системы Al–Mg–Si, марок 1310 и 1350.;

- термически упрочняемых высокопрочных сплавов систем Al–Zn–Mg–Cu, Al–Zn–Mg и Al–Cu–Mg, марок 1950 (B95), АБТ101, 1160 (Д16).

Разработанные технологические процессы сварки трением с перемешиванием позволяют получать сварные соединения с коэффициентом прочности $K_{стп} = 1,0$ при сварке листов и профилей из термически неупрочняемых сплавов марок 1561, 1565ч, 1550.

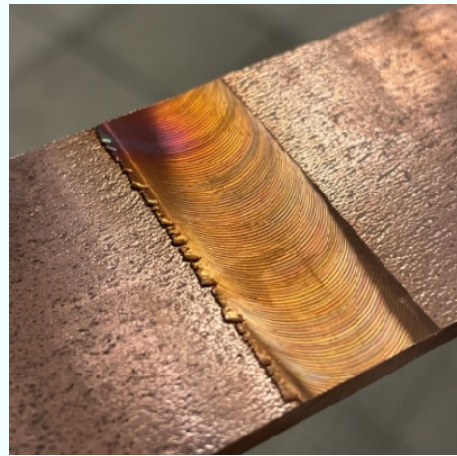
При сварке термически упрочняемых сплавов марок 1310Т1, 1350Т1, 1950Т1, 1160Т1 значения коэффициента прочности сварных соединений несколько ниже – $K_{стп} = (0,80–0,90)$, так как в зоне термического влияния происходит разупрочнение металла, что обусловлено фазовыми превращениями, происходящими в сплавах этого класса при нагревах.

Прочность сварных соединений из алюминиевых сплавов, полученных методом СТП

Свариваемые сплавы	Коэффициент прочности сварного соединения, $\sigma_B^{CB} / \sigma_B^{ОСН.МЕТ.}$
Сплавы системы Al-Mg и Al-Mg-Sc в отожженном состоянии (М)	1,0
Сплавы системы Al-Mg в нагартованном состоянии (Н, НН)	0,92 – 0,98
Сплавы системы Al-Mg-Si в состоянии Т1 (закалка + искусственное старение)	0,80 – 0,85
Сплавы системы Al-Zn-Mg в состоянии Т1 (закалка + искусственное старение)	0,80 – 0,85
Сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu, Al-Cu-Mg в состоянии Т1 (закалка + искусственное старение)	0,85 – 0,90
Разнородные сплавы Al-Mg (М) + Al-Mg-Si (Т1)	0,80 – 0,85
Бронза БрХ0,8	0,9-0,95



а)



б)

Сварные соединения, полученные методом СТП:

а) – из листов алюминиево-магниевого сплава 1565ч М толщиной 3 мм;

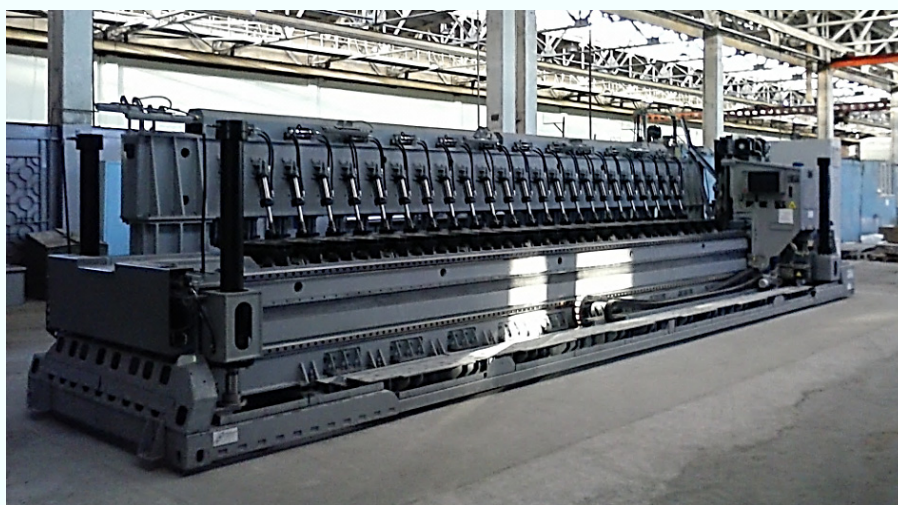
б) – из листов бронзового сплава БрХ0,8 толщиной 6 мм.

Сварные крупногабаритные облегченные панели из алюминиевых сплавов, получаемые с применением СТП

Специалистами Института разработаны новые типы облегченных конструкционных материалов для современного судостроения – алюминиевые сварные тонкостенные плоские и объемные панели и конструкции из листового проката и пресованных профилей толщиной до 3,0 мм, для изготовления которых применяется высокотехнологичный способ сварки трением с перемешиванием (СТП).

Для изготовления сварных крупногабаритных облегченных (СКО) панелей из алюминиевых сплавов НИЦ «Курчатовский институт»–ЦНИИ КМ «Прометей» создал первый в России опытный автоматизированный комплекс сварки трением с перемешиванием (ОАК СТП «Габарит А») и разработал технологию сварки СКО панелей судостроительного назначения.

ОАК СТП «Габарит А» представляет собой длинномерную сварочную установку консольного типа, оснащенную узлом обработки свариваемых заготовок, автоматизированными системами контроля и управления процессом сварки.



Опытный автоматизированный комплекс сварки трением с перемешиванием

На базе ОАК СТП «Габарит А» освоены технологии разных типов сварки трением с перемешиванием: стыковой СТП, угловой СТП невращающимся уступом, точечной СТП с заполнением, которые позволяют получать сварные соединения из алюминиевых и бронзовых сплавов, включая комбинированные сварные соединения из алюминиевых сплавов разных марок и алюминиевых сплавов с бронзовыми.

ОАК СТП «Габарит А» позволяет получать стыковые и нахлесточные соединения при сварке СКО панелей из алюминиевых катаных и/или прессованных полуфабрикатов толщиной от 1,5 до 20 мм, длиной до 8200 мм, при этом ширина готовой панели не ограничена.

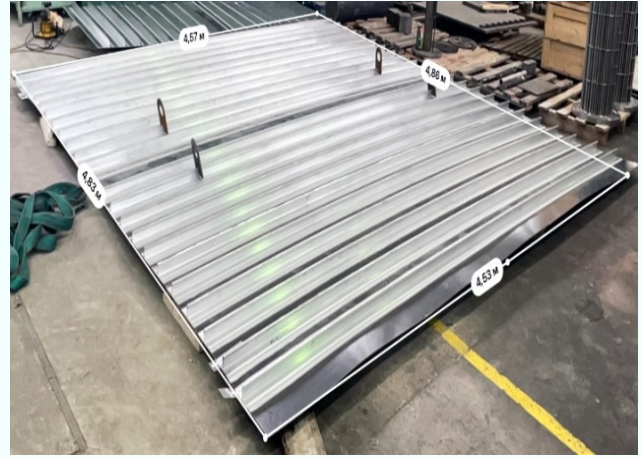
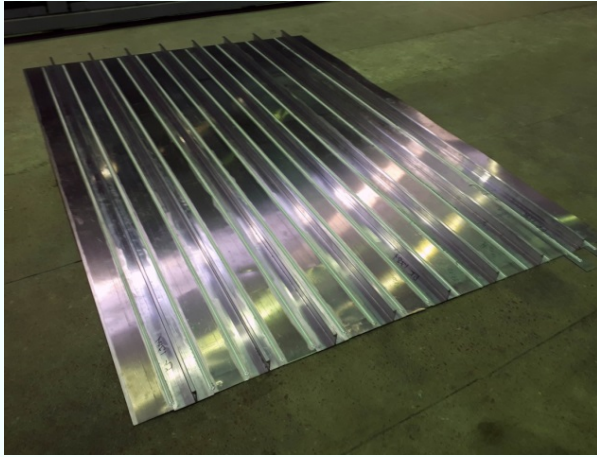


Изготовление СКО панели из сплава 1565чМ на ОАК СТП «Габарит А».

Применение СТП позволяет получать тонкостенные длинномерные сварные панели с уникальными свойствами:

- сочетание пониженных весовых характеристик с высокой прочностью и жесткостью;
- отсутствие сварочных деформаций и поводов, что позволяет получать панели с минимальными допусками по размерам;
- возможность расширения сортамента панелей за счет сочетания полотна и набора любых типоразмеров;
- возможность формирования набора как в продольном, так и в поперечном направлении, а также неортогонального (веерного) набора;
- сочетание в составе панели полуфабрикатов из сплавов разных марок.

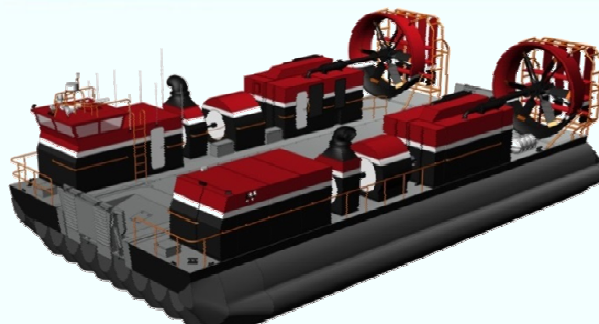
В 2018 году, раздел «Сварные крупногабаритные облегченные панели из деформируемых алюминиевых сплавов, изготовленные методом сварки трением с перемешиванием» был включен в Часть XIII «Материалы» Правил Российского Морского регистра судоходства.



В 2019 году, по заказу ООО «Рыбинская верфь», в НИЦ «Курчатовский институт – ЦНИИ КМ «Прометей» на ОАК СТП «Габарит А» была изготовлена партия СКО панелей из алюминиевых сплавов для строительства перспективного образца гражданской морской техники – СВПГС «Хаска-10».

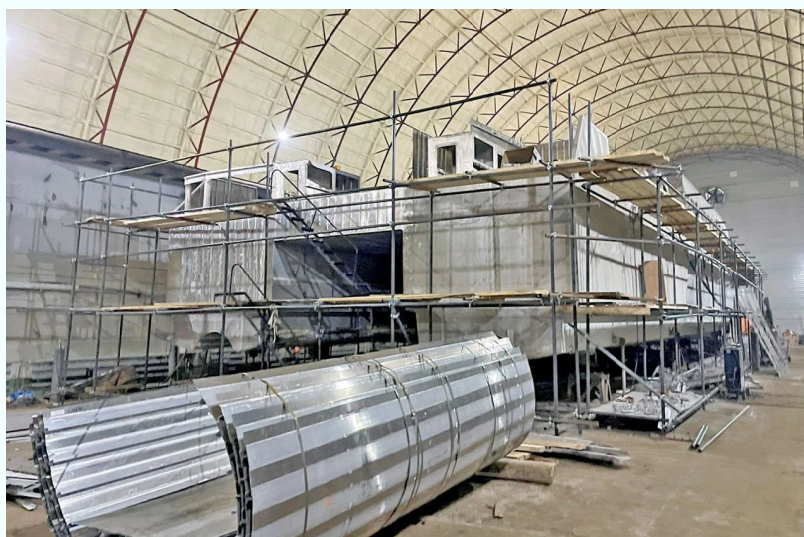


Подготовка СКО панелей для отправки заказчику.



Судно на воздушной подушке с гибкими скегами СПВГС «Хаска 10»:
длина судна – 23,7 м, ширина – 13,6 м,
полезная нагрузка – 10 тонн.

В 2022 году, по заказу ПАО «Судостроительный завод «Вымпел», в НИЦ «Курчатовский институт – ЦНИИ КМ «Прометей» на ОАК СТП «Габарит А» была изготовлена партия СКО панелей из алюминиевых сплавов для строительства скоростного катамарана HSC150B.



Размеры СКО–панелей:
Длина – 4000
Ширина – 600-3200 мм
Высота – 40 мм
Толщина – 2,0-2,6 мм
Объем партии СКО панелей – 4,0 т



Скоростной катамаран HSC150B
Длина габаритная – 38 м
Ширина габаритная – 10 м
Пассажировместимость – 148 чел
Скорость – 50 км/час
Проектант ООО «КБ» СИТЕХ»

Предложения по сотрудничеству:

- Сварка методом СТП деталей и изделий из алюминиевых сплавов;
- Изготовление на ОАК СТП «Габарит А» СКО панелей из алюминиевых сплавов по чертежам заказчика.