	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»			
	Лаборатория МГНМ им. А.П. Жилиева	Версия 1	СМК-РЕ-ЛМГНМ-02-22	Лист 1 Всего листов 7



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной работе,
Ведущий СМК по научно-инновационной деятельности

О.Н. Тулупов
О.Н. Тулупов

Ввести в действие с « 1 » *марта* 20*22* г.

Технологический регламент асимметричной прокатки металлических лент из алюминиевых сплавов Д16, АМг6, АД33 на уникальной научной установке стане дуо 400

Настоящий технологический регламент (далее – ТР) разработан на проведение асимметричной прокатки лент из алюминиевых сплавов Д16, АМг6, АД33 на уникальной научной установке стане дуо 400 – экспериментальном реверсивном стане дуо листовой прокатки с индивидуальным приводом рабочих валков.

Технологический регламент может применяться в качестве руководства для технологически правильного выполнения работ при прокатке металлических лент из алюминиевых сплавов Д16, АМг6, АД33 различных назначений.

1 Термины и определения

В настоящем технологическом регламенте применены следующие термины с соответствующими определениями:

коэффициент асимметрии – отношение скорости одного рабочего валка (быстрый) к скорости другого рабочего валка (медленный);

относительное обжатие – отношение абсолютного обжатия (уменьшение толщины заготовки) к начальной толщине, выраженное в процентах;

уникальная научная установка – комплекс научного оборудования, не имеющий аналогов в Российской Федерации, функционирующий как единое целое и созданный научной организацией и (или) образовательной организацией в целях получения научных результатов, достижение которых невозможно при использовании другого оборудования;

уникальная научная установка стан дуо 400 – экспериментальный реверсивный стан дуо листовой прокатки с индивидуальным приводом рабочих валков.

В настоящем Регламенте применены следующие сокращения:

МГНМ – механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева;


МГТУ им. Г.И. Носова – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»;

НИС – научно-инновационный сектор;

ОТ – охрана труда;

ПБ – промышленная безопасность;

ТОМ – технология обработки материалов.

	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»			
	Лаборатория МГНМ им. А.П. Жилиева	Версия 1	СМК-РЕ-ЛМГНМ-02-22	Лист 2 Всего листов 7

2 Общие положения

2.1 В состав работ, выполняемых при асимметричной прокатке металлических лент из алюминиевых сплавов Д16, АМг6, АД33 на уникальной научной установке входят:

- подготовка исходных материалов к прокатке;
- прокатка исходных образцов;
- отделка;
- контроль качества.

2.2 Все работы выполняются в специализированной научной лаборатории МГНМ.

2.3 Исполнители работ:

- научные сотрудники лаборатории МГНМ;
- аспиранты по темам научных изысканий, связанных с асимметричной прокаткой металлоизделий.

2.4 Исполнители работ должны быть ознакомлены с данным технологическим регламентом и инструкциями по ОТ и ПБ.

2.5 Все операции выполняются в соответствии с данным технологическим регламентом.

2.6 Отступление от регламента не допускается.

3 Подготовка исходных материалов к прокатке

3.1 Исходными материалами для асимметричной прокатки являются заготовки из алюминиевых сплавов Д16, АМг6, АД33.

3.2 Алюминиевые заготовки нарезаются гильотинными ножницами по металлу на образцы.

3.3 Работу на гильотинных ножницах производить только работнику (резчику), прошедшему специальное обучение, в соответствии с инструкцией по ОТ и ПБ.

3.4 Гильотинные ножницы по металлу работают по принципу воздействия на металл одновременно большой силой давления и острой кромкой ножа, действующего по принципу обычных ножниц.

Две части ножевого устройства смещаются относительно друг друга, зажимают между собой лист и сдвигают его соседние слои, разрезая при этом острым лезвием.

3.5 Физическое усилие, которое может развить резчик, ограничивает разделку алюминиевого листа прочностью до 500 МПа и с размерами поперечного сечения не более 1,5×1500 мм.

Если размеры заготовки превышают, резку необходимо производить на гильотине с гидравлическим или механическим приводом.

3.6 Процесс резки гильотиной соединяет в себе две операции – резку и ломание.


3.7 Алюминиевые заготовки нарезаются на образцы следующих размеров:

- толщина исходного образца 2,0...6,0 мм (Д16), 1,9-3,0 мм (АМг6), 2,0-4,0 мм (6061);
- ширина исходного образца до 300,0 мм.

3.8 После резки производится внешний осмотр исходных образцов на наличие поверхностных дефектов.

3.9 Основные дефекты при резке исходных образцов:

- скручивание полосы вдоль её длины – возникает, если ширина полосы менее 10 мм или при увеличенном, против рекомендуемого, угле резки;
- изгиб листа в плоскости реза – наблюдается для холоднокатаного материала, в котором остаются остаточные напряжения (чтобы избежать такого дефекта, достаточно использовать резку листа вдоль направления прокатки);

	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»			
	Лаборатория МГНМ им. А.П. Жилиева	Версия 1	СМК-РЕ-ЛМГНМ-02-22	Лист 3 Всего листов 7

– искривление листа по краям полосы – наблюдается при недостаточно плотном прижиге ножниц;

– дефекты кромки – чаще всего происходят из-за затупления ножей, если их твердость недостаточна (менее 60-62 HRC).

3.10 Обнаруженные дефекты кромки устраняются с использованием наждачной бумаги, остальные дефекты – правкой.

3.11 Каждый исходный образец обозначается по следующему шаблону:



Пример обозначения исходного образца:

18.04.22-011 – образец № 11 в партии от 18 апреля 2022 года

3.12 Регистрация исходных образцов производится в регистрационном журнале «Прокатка образцов».

4 Прокатка образцов

4.1 Прокатку образцов производят на уникальной научной установке – стане дуо 400 асимметричной прокатки.

4.2 Перед началом работы на стане дуо 400 асимметричной прокатки необходимо ознакомиться с соответствующей инструкцией по ОТ.

4.3 Прокатку в режиме «Асимметрия» проводят с использованием рабочих шлифованных валков с различными коэффициентами асимметрии.

4.4 Создание режима «Асимметрия» обеспечивается установлением следующих технологических параметров:

- скорость вращения одного рабочего валка (быстрый);
- скорость вращения другого рабочего валка (медленный);
- зазор между валками.

4.5 **Внимание!** Создание режима «Асимметрия» за счет замедления скоростей нижних рабочих валков относительно скоростей верхних рабочих валков возможно только при ненулевом межвалковом зазоре или при наличии металла в валках.

Создание рассогласования скоростей в рабочих валках в режиме «Асимметрия», сведенных «в забой», недопустимо, т.к. это может привести к механическому повреждению поверхностей рабочих валков, а также поломке элементов главного электропривода.

4.6 Выбор технологических параметров режима «Асимметрии» прокатки алюминиевых лент зависит от требуемых значений относительного обжатия и твердости.

4.7 Для выбора технологических параметров режима «Асимметрии» использовать матрицы 1-3 зависимостей ожидаемых показателей твердости алюминиевых лент (НВ) от технологических параметров режима «Асимметрии».

Если необходимо получить алюминиевые ленты Д16 с твердостью свыше 94 до 97 НВ включительно, используем матрицу 1. По матрице 1 для требуемого значения твердости алюминиевых

	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»			
	Лаборатория МГНМ им. А.П. Жилиева	Версия 1	СМК-РЕ-ЛМГНМ-02-22	Лист 4 Всего листов 7


лент Д16 определяем относительное обжатие (свыше 30 до 40 включительно) и коэффициент асимметрии (3 (3/9)).

Матрица 1 – Зависимость ожидаемой твердости алюминиевых лент Д16, НВ, от технологических параметров режима «Асимметрии»

Относительное обжатие, %	Коэффициент асимметрии (V_1/V_2)			
	2 (8/4)	3 (9/3)	4 (8/2)	5 (10/2)
От 10 до 20 включ.	От 95 до 100 включ.	От 92 до 93 включ.	Св. 67 до 68 включ.	Св. 69 до 76 включ.
Св. 20 до 30 включ.	Св. 100 до 107 включ.	Св. 93 до 94 включ.	Св. 68 до 74 включ.	Св. 76 до 81 включ.
Св. 30 до 40 включ.	Св. 107 до 117 включ.	Св. 94 до 97 включ.	Св. 74 до 90 включ.	Св. 81 до 82 включ.
Св. 40 до 50 включ.	Св. 117 до 122 включ.	Св. 97 до 105 включ.	Св. 90 до 101 включ.	Св. 82 до 86 включ.
Св. 50 до 60 включ.	От 122 до 118 включ.	От 105 до 98 включ.	Св. 101 до 103 включ. и от 103 до 98 включ.	Св. 86 до 87 включ. и от 87 до 84 включ.
Св. 60 до 70 включ.	–	От 98 до 86	От 98 до 88 включ.	От 84 до 80 включ.
Св. 70 до 80 включ.	–	–	–	От 80 до 75 включ.
Св. 80 до 90 включ.	–	–	–	От 75 до 73 включ.

Матрица 2 – Зависимость ожидаемой твердости алюминиевых лент АМг6, НВ, от технологических параметров режима «Асимметрии»

Относительное обжатие, %	Коэффициент асимметрии (V_1/V_2)			
	2 (8/4)	3 (9/3)	4 (8/2)	5 (10/2)
От 10 до 20 включ.	От 109 до 110 включ.	От 115 до 116 включ.	Св. 110 до 111 включ.	Св. 104 до 105 включ.
Св. 20 до 30 включ.	Св. 110 до 114 включ.	Св. 116 до 117 включ.	Св. 111 до 112 включ.	Св. 105 до 108 включ.
Св. 30 до 40 включ.	Св. 114 до 118 включ.	Св. 117 до 119 включ.	Св. 112 до 114 включ.	Св. 108 до 110 включ.
Св. 40 до 50 включ.	Св. 118 до 122 включ.	Св. 119 до 124 включ.	Св. 114 до 120 включ.	Св. 110 до 112 включ.
Св. 50 до 60 включ.	Св. 122 до 129 включ.	Св. 124 до 129 включ.	Св. 120 до 121 включ.	Св. 112 до 114 включ.
Св. 60 до 70 включ.	Св. 129 до 132 включ.	–	–	Св. 114 до 115 включ.
Св. 70 до 80 включ.	–	–	–	–
Св. 80 до 90 включ.	–	–	–	–

	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»			
	Лаборатория МГНМ им. А.П. Жилиева	Версия 1	СМК-РЕ-ЛМГНМ-02-22	Лист 5 Всего листов 7

Матрица 3 – Зависимость ожидаемой твердости алюминиевых лент АД33, НВ, от технологических параметров режима «Асимметрии»

Относительное об- жатие, %	Коэффициент асимметрии (V_1/V_2)			
	2 (8/4)	3 (9/3)	4 (8/2)	5 (10/2)
Св. 20 до 30 включ.	Св. 106 до 108 включ.	Св. 108 до 108 включ.	Св. 103 до 106 включ.	Св. 99 до 102 включ.
Св. 30 до 40 включ.	Св. 108 до 109 включ.	Св. 108 до 112 включ.	Св. 106 до 111 включ.	Св. 102 до 104 включ.
Св. 40 до 50 включ.	Св. 109 до 115 включ.	Св. 112 до 116 включ.	Св. 111 до 115 включ.	Св. 104 до 105 включ.
Св. 50 до 60 включ.	Св. 115 до 117 включ.	Св. 116 до 119 включ.	От 115 до 111 включ.	Св. 105 до 107 включ.
Св. 60 до 70 включ.	Св. 117 до 118 включ.	Св. 119 до 121 включ.	От 111 до 103 включ.	Св. 107 до 107 включ.
Св. 70 до 80 включ.	–	–	От 103 до 100 включ.	От 107 до 105 включ.
Св. 80 до 90 включ.	–	–	–	–

4.8 На основе выбранных технологических параметров на пульте управления стана дуо 400 устанавливаем скорости вращения рабочих валков и зазор между ними.

4.9 Образцы подаются в рабочую зону деревянным толкателем.

4.10 Перед запуском стана в работу необходимо:

- осмотреть все узлы механизмов с тем, чтобы убедиться в отсутствии каких-либо предметов на стане;

- проверить наличие ограждений у вращающихся частей стана.

4.11 Для обеспечения высокого значения коэффициента трения и сдвиговых деформаций по всей толщине полосы перед прокаткой алюминиевой ленты проводится предварительная прокатка заготовок из сплавов алюминия.


4.12 Прокатку алюминиевых лент при высоком значении коэффициента трения допускается проводить без смазки, в один проход.

4.13 После каждого прохода выключать стан не рекомендуется. Переустановка скоростей вращения рабочих валков и зазора между ними на пульте управления стана дуо 400 производится без его отключения.

4.14 Система управления прокатным станом дуо 400 обеспечивает запись количественного изменения параметров технологического процесса и их графическое отображение в режиме реального времени, в том числе:

- график изменения усилия прокатки;
- график изменения крутящих моментов на рабочих валках (две кривые на одной диаграмме);
- график изменения числа оборотов каждого электродвигателя (две кривые на одной диаграмме);
- график изменения нагрузки на каждом электродвигателе (две кривые на одной диаграмме);
- график изменения скорости рабочих валков (две кривые на одной диаграмме).

4.15 Описание информационных окон пульта управления станом дуо 400 приведено в руководстве по эксплуатации станом.

	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»			
	Лаборатория МГНМ им. А.П. Жилиева	Версия 1	СМК-РЕ-ЛМГНМ-02-22	Лист 6 Всего листов 7

4.16 Учет результатов прокатки производится исполнителем работ в журнале «Прокатка образцов». По результатам прокатки в выбранных режимах составляется протокол испытаний, по форме (Приложение А).

5 Отделка и контроль качества

5.1 При прокатке лент на стане контролируется:

- состояние поверхности рабочих валков;
- чистота стана (отсутствие металлических частиц, грязи и других посторонних предметов).

5.2 После прокатки производится визуальный осмотр качества поверхности полученных лент, осуществляется контроль толщины ленты цифровым микрометром.

5.3 Если обнаружены дефекты поверхности (гармошка, раскатанное загрязнение, волосовина, рванина на кромках, отпечатки и т.д.) производят повторную прокатку ленты с теми же технологическими параметрами. В этом случае образцу присваивается тот номер со скобкой, в скобке указывается номер прохода.

5.4 Если визуальный осмотр не выявил дефектов, ленту разрезают на листы размеров, заданных заказчиком.

5.5 Контроль качества готовых лент предполагает:

- определение соответствия размеров лент требуемым размерам;
- измерение механических свойств (твердость, предел текучести, предел прочности, относительное удлинение);
- анализ структуры.

6 Ответственность

6.1 *Проректор по научной и инновационной работе*, Ведущий СМК по научно-инновационной деятельности несет ответственность за недопущение превышения полномочий вовлеченного персонала при работе на уникальной научной установке, а также за координацию всех работ по ликвидации и исправлению несоответствий, связанных с исполнителями данной деятельности, и принятия решения о дальнейшем использовании данного технологического регламента.

6.2 *Заведующий лабораторией «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева»* несет ответственность за исполнение требований настоящего технологического регламента, координацию всех работ по асимметричной прокатке образцов алюминиевых сплавов Д16, АМг6, АД33 на уникальной научной установке стане дуо 400 асимметричной прокатки, за соблюдение инструкций по ОТ при выполнении работ на уникальной научной установке.

6.3 *Исполнители работ* несут ответственность за выполнение всех операций в точном соответствии технологического регламента.

СМК-ТР-02-22 Система менеджмента качества. Технологический регламент асимметричной прокатки металлических лент из алюминиевых сплавов Д16, АМг6, АД33 на уникальной научной установке стане дуо 400 разработал

Инженер НИС,
аспирант кафедры ТОМ


 А.Е. Кожемякина


Согласовано:

Начальник отдела менеджмента качества
Заместитель заведующего лабораторией
«МГНМ им. А.П. Жилиева», д.т.н., проф.
Начальник отдела лаборатории, старший научный
сотрудник, к.т.н.

 А.Ю. Глухова

 А.М. Песин

 Д.О. Пустовойтов

	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»			
	Лаборатория МГНМ им. А.П. Жилиева	Версия 1	СМК-РЕ-ЛМГНМ-02-22	Лист 7 Всего листов 7

**Приложение А
(обязательное)
Форма протокола испытаний образцов**

Утверждаю
заместитель заведующего лабораторией
«Механика градиентных наноматериалов им.
А.П. Жилиева»
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
_____ А.М. Песин

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ
№ ____ от « ____ » _____ 2022 г.

Наименование и адрес заявителя _____

Способ получения образцов _____

Характеристика образцов _____

Цель проведения испытаний _____

Дата проведения испытаний _____

Испытательное оборудование _____

Таблица 1 – Основные параметры прокатки образцов

Номер образца	Толщина, мм		Степень обжатия, %	Усилие, кН	Соотношение скоростей валков, об/мин	Твердость, НВ	Примечание
	начальная	после прокатки					

Таблица 2 – Механические свойства

Номер образца	Временное сопротивление разрыву, МПа	Условный предел текучести 0,2%, МПа	Относительное равномерное удлинение, %	Относительное удлинение после разрыва, %

Структура полученных лент _____

Заключение по результатам испытаний _____

Исполнитель _____