
ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(EACC)

EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METHROLOGY AND CERTIFICATION
(ECSC)



МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ
XXXXXX–
2022
(ISO 21630:2007)

МЕШАЛКИ ПОГРУЖНЫЕ ДЛЯ СТОЧНЫХ ВОД И ИНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Методы испытаний

(ISO 21630:2007

Pumps – Testing – Submersible mixers for waste water
and similar applications
MOD)



Москва
Стандартинформ

2022

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0-2005 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Российской ассоциацией производителей насосов (РАПН) на основе международного стандарта

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 245 «Насосы»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 201 г. №)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 201 г. № межгосударственный стандарт ГОСТ -2022 (ISO 21630:2007) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 202 г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 21630:2007 Pumps – Testing – Submersible mixers for wastewater and other applications (Насосы – Испытания – Погружные мешалки для

сточных вод и иных применений) путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами ГОСТ 1.5 (подразделы 4.2 и 4.3).

Сравнение структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДА.

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, имеются в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2020

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

<u>Введение</u>	
1 <u>Область применения</u>	
2 <u>Нормативные ссылки</u>	
3 <u>Термины и определения</u>	
4 <u>Условные обозначения и сокращения</u>	
5 <u>Гарантии</u>	
5.1 <u>Объекты гарантий</u>	
5.2 <u>Условия гарантий</u>	
6 <u>Проведение испытаний</u>	
6.1 <u>Объекты испытаний</u>	
6.2 <u>Организация испытаний</u>	
6.3 <u>Испытательное оборудование</u>	
6.4 <u>Условия испытаний</u>	
7 <u>Анализ результатов испытаний</u>	
7.1 <u>Приведение результатов испытаний к гарантируемым и/или номинальным условиям</u>	
7.2 <u>Определение погрешностей</u>	
7.3 <u>Значения допусков</u>	
7.4 <u>Подтверждение гарантий</u>	
8 <u>Измерение тяги</u>	
8.1 <u>Параметры течения при измерении тяги</u>	
8.2 <u>Метод измерения тяги</u>	
8.3 <u>Погрешность измерений</u>	
9 <u>Измерение потребляемой электрической мощности</u>	
<u>Приложение А (рекомендуемое) Контрольный лист</u>	
<u>Приложение ДА (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта</u>	

Введение

Настоящий межгосударственный стандарт устанавливает методы приемочных испытаний погружных мешалок для сточных вод и иных применений. Он предназначен для измерения характеристик погружных мешалок с учетом как сходства с погружными насосами, так и наличия существенных отличий от них. Именно поэтому в стандарте не рассматриваются вопросы измерения напора (давления) и подачи. Основным параметром производительности мешалок является тяга. В виду того, что непрерывная эксплуатация мешалок является распространенным явлением, потребление электроэнергии играет важную роль в определении стоимости их жизненного цикла и рассматривается в качестве одного из важных параметров. Необходимо подчеркнуть, что настоящий стандарт в значительной степени опирается на положения ГОСТ ISO 9906 в части общих положений.

Основными целями и задачами разработки настоящего стандарта являются:

- обеспечение единого подхода при определении характеристик мешалок, позволяющего их сравнивать между собой;
- упрощение диалога между заказчиком и поставщиком и защита интересов заказчиков;
- сокращение объемов технической документации;
- повышение качества и эффективности оборудования и технологического процесса.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

МЕШАЛКИ ПОГРУЖНЫЕ ДЛЯ СТОЧНЫХ ВОД И ИНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Методы испытаний

Submersible mixers for waste water and other applications. Test methods

Дата введения – 2022– –

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы приемочных испытаний погружных мешалок (именуемых далее "ПМ" или "мешалка"), используемых для сточных вод и аналогичных применений, где хотя бы один компонент системы представляет собой жидкость.

Под "погружной мешалкой" понимается полностью погружной агрегат, состоящий из приводного блока и осевого рабочего колеса, а также дополнительных частей, таких как кожухи, предназначенные для поддержания работоспособности мешалок.

Под "жидкостью" понимается субстанция, не способная воспринимать напряжения сдвига в состоянии покоя. В это понятие входят суспензии и дисперсии (жидкость/твердое тело, газ/жидкость и газ/жидкость/твердое тело), а также неньютоновские жидкости, при условии, что они обладают небольшим пределом текучести, не препятствующих течению жидкости при перемешивании.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ ISO 9906–2015 Насосы динамические. Гидравлические испытания. Степени точности 1,2 и 3

ГОСТ 30012 Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется принять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 соотношение тяги к мощности: Соотношение тяги мешалки к потребляемой мощности

$$R_{FP} = F / P_1$$

Примечания:

1. Отношение минимально необходимой рассеиваемой мощности системы смешивания к потребляемой мощности представляет собой (ориентированную на конечного пользователя) эффективность системы. Чтобы понять важность отношения тяги к мощности, рассмотрим случай, когда ПМ создает продольную скорость течения u в рециркуляционном канале, таком как канава для окисления сточных вод. Это фактически обычное применение ПМ, и следующий аргумент в принципе можно использовать и для других применений.

Потеря импульса потока за одну циркуляцию равна скорости импульса, обеспечиваемого ПМ в квазистационарном состоянии. Этот параметр задается тягой мешалки F . Мощность, рассеиваемая в результате такой потери импульса, равна $P = F u$, и это минимально необходимая мощность системы смешивания для поддержания скорости u . Следовательно, эффективность системы равна $P / P_1 = F u / P_1$.

В этом выражении можно отделить свойства мешалки от требований к системе, и в таком случае отношение тяги к мощности, R_{FP} , будет представлять собой наиболее значимый параметр, определяющий эффективность ПМ. Следует отметить, что данный параметр является размерным и, следовательно, зависит от диаметра и скорости рабочего колеса, а не только от его геометрии. Другие соображения, кроме энергетической эффективности создания продольного потока, обуславливают множество диаметров и скоростей рабочих колес, доступных на практике.

2. КПД рабочего колеса, определяется как отношение осевой мощности нагнетания рабочего колеса к мощности, потребляемой мешалкой. Это определение основано на предположении, что скорость u , достаточно мала, чтобы не оказывать существенного влияния на характеристики рабочего колеса мешалки. Гидравлическая мощность нагнетания $P_h = p Q$ может быть выражена в тяге с помощью соотношений

$$p = F / A \text{ и } F = 2 p Q^2 / A$$

которые в целом применимы к испытаниям мешалки, представленным в настоящем документе. Мощность гидравлического нагнетания $P_h = p Q$ может быть выражена в тяге с помощью соотношений, которые в целом применимы к испытаниям мешалки, представленным в настоящем стандарте. Используется условная площадь сечения наибольшего сжатия потока $A/2$ так как этот участок нагнетания лучше всего удовлетворяет требованию плоского профиля скорости. При $A = \pi D^2 / 4$ получаем

$$P_h = (F / A) (A F / 2 p)^{1/2} = F^{3/2} / [D (\pi p / 2)^{1/2}]$$

Следовательно, КПД рабочего колеса может быть выражен следующим образом

$$\eta = F^{3/2} / [(\pi \rho / 2)^{1/2} D P_1]$$

КПД (с точностью до 1%), условно определяется как (принимая единицы СИ $[F] =$ Ньютон, $[P_1] =$ Ватт, $[D] =$ метр, при работе на чистой холодной воде, как определено в 5.4.5.2)

$$\eta = F^{3/2} / (40 D P_1)$$

Хотя приведенный здесь вывод не основывается на полностью корректных предположениях, приблизительное выражение для КПД может быть получено более строгими способами.

Значение только КПД рабочего колеса не представляет первостепенного интереса в силу зависимости КПД миксерной системы от диаметра и скорости вращения рабочего колеса.

3.2 коэффициент преобразования скорости: Отношение скорости мнимого продольного перемещения лопатки при вращении или средней скорости течения жидкости через мешалку к (по существу) окружной скорости лопатки на наружном диаметре:

$$J = u / nD$$

3.3 число Рейнольдса: Безразмерная величина, характеризующая отношение инерционных сил к силам вязкого трения на рабочем колесе:

$$Re = (F / \rho)^{1/2} / \nu$$

Примечание – F — тяга для аналогичной мешалки, работающей на той же скорости в чистой холодной воде, как это определено в п. 6.4.5.2. Также обратите внимание, что данный параметр не является числом Рейнольдса для лопасти гребного винта, и не идентичен ему. Он схож с числом Рейнольдса для рабочего колеса, используемым для смесителей сухого типа, применяемых в обрабатывающей промышленности.

4 Условные обозначения и сокращения

В таблице 1 приведены используемые обозначения в алфавитном порядке и соответствующие им единицы измерения.

Таблица 1

Обозначение	Значение	Ед.изм.
A	Площадь, занимаемая рабочим колесом	m^2
D	Диаметр рабочего колеса	m

e	Общая неопределенная относительная величина	(безразмерное число), %
f	Частота	с^{-1} , Гц
F	Тяга	Н
J	Коэффициент преобразования скорости	(безразмерное число)
L	Длина рычага	м
n	Частота вращения	с^{-1} , Гц
p	Давление	Па
P	Мощность	Вт
Q	Объемная подача	$\text{м}^3/\text{с}$
R_{FP}	Отношение тяги к мощности	Н/Вт
Re	Число Рейнольдса	(безразмерное число)
t	Допустимое отклонение	(безразмерное число), %
T	Время	сек
u	Средняя скорость потока в осевом (продольном) направлении	м/с
U	Напряжение	В
x	Измеряемая величина	
$\langle x \rangle$	Осреднение по времени величины x	
η	КПД	(безразмерное число), %
ν	Кинематическая вязкость	$\text{м}^2/\text{с}$
ρ	Плотность	$\text{кг}/\text{м}^3$
σ	Среднеквадратическое отклонение	

В таблице 2 приведен алфавитный список буквенных и цифровых обозначений индексов величин, за исключением представленных в таблице 1.

Таблица 2

Индекс	Значение
1	электрическая (мощность)
G	гарантийный
L/L	соотношение длин
h	гидравлическая мощность
LC	в соответствии с датчиком нагрузки

m	измеренный
M	относится к смесителю
FP	см. R_{FP}
sp	номинальный
Tr	переведенный
TS	временные ряды

5 Гарантии

5.1 Объекты гарантий

5.1.1 Общие положения

Используемые в настоящем стандарте термины, такие как "гарантия" или "приемка", следует понимать в техническом, а не в юридическом смысле. Таким образом, понятие "гарантия" определяет значения для проведения проверочных мероприятий, определенных в договоре, но при этом не содержит никаких указаний на права или обязанности, возникающие в случае недостижения или невыполнения этих значений. Термин "приемка" также не несёт в себе никакого юридического смысла. Поэтому само по себе успешно проведенное приемочное испытание не представляет собой "приемку" в юридическом смысле.

Процедура проверки соблюдения гарантированных параметров приведена в подразделе 7.4.

5.1.2 Гарантируемое значение тяги

Одной из гарантируемых величин является гарантируемая тяга F_G .

Производитель/поставщик гарантирует, что при стандартных условиях испытаний, установленных в настоящем стандарте, значение тяги будет соответствовать гарантируемой тяге F_G в пределах допусков.

5.1.3 Гарантируемое значение потребляемой электроэнергии

Одной из гарантируемых величин является гарантируемое потребление электроэнергии P_{IG} .

Производитель/поставщик гарантирует, что при стандартных условиях испытаний, установленных в настоящем документе, измеренное потребление

электроэнергии будет соответствовать гарантируемому потреблению электроэнергии P_{1G} в пределах допусков. Если не указано иное, диапазон задается с учетом допусков, указанных в Таблице 6.

5.1.4 Гарантируемое соотношение тяги к мощности

Одной из гарантируемых величин является гарантируемое соотношение тяги к мощности $R_{FP,G}$. Данный параметр рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{FP,G} = F_G / P_{1G}.$$

Производитель/поставщик гарантирует, что при стандартных условиях испытаний, установленных в настоящем документе, измеренное и рассчитанное соотношение тяги к мощности будет соответствовать гарантируемому соотношению тяги к мощности $R_{FP,G}$ в пределах допусков. Если не указано иное, диапазон задается с учетом допусков, указанных в Таблице 6.

5.2 Условия гарантий

При отсутствии специальных оговорок в договоре на гарантируемые параметры распространяются следующие требования:

- a) гарантируемую точку на характеристике следует рассматривать, как заданную для чистой холодной воды (см. п. 6.4.5.2);
- b) соотношение параметров, гарантируемых для чистой холодной воды, и получаемых с иными жидкостями, должно быть специально оговорено договором;
- c) гарантии распространяются только на смесители, испытанные в строгом и полном соответствии с настоящим стандартом;
- d) соотношение между гарантийными значениями в условиях применения методов и способов испытаний, предусмотренных настоящим стандартом, и вероятными характеристиками при других условиях эксплуатации должно быть специально оговорено договором.

6 Проведение испытаний

6.1 Объекты испытаний

6.1.1 Общие положения

Если между изготовителем/поставщиком и заказчиком не согласовано иное, то применяются следующие положения:

- Погрешность измерений в соответствии с подразделом 7.2;
- испытания должны проводиться на испытательном стенде предприятия-изготовителя или на испытательном стенде, рекомендованном изготовителем/поставщиком.

Любые отклонения от этих требований подлежат согласованию между заказчиком и изготовителем/поставщиком и должны быть отражены в договоре.

Среди прочего, к отклонениям могут быть отнесены:

- a) погрешность измерений, отличная от указанной в подразделе 7.2,
- b) допуски, отличные от приведенных в подразделе 7.3,
- c) проведение испытаний в независимой лаборатории

Рекомендуемый перечень вопросов, подлежащих индивидуальному согласованию между изготовителем (поставщиком) и потребителем, приведен в Приложении А.

6.1.2 Договорные испытания — Выполнение гарантии

Цель испытаний — выявить истинные параметры мешалки и сопоставить их с параметрами, гарантируемыми изготовителем (поставщиком).

Гарантия на любой параметр мешалки считается выдержанной, если результаты соответствующих испытаний по нормам настоящего международного стандарта не выходят за пределы установленного допуска.

При заказе партии однотипных мешалок потребитель должен согласовать с изготовителем (поставщиком) количество экземпляров, подлежащих испытаниям.

6.2 Организация испытаний

6.2.1 Общие положения

Покупатель и производитель/поставщик имеют право присутствовать при проведении испытаний. Руководитель испытания может делегировать свои обязанности по п. 6.2.4 оператору испытания при условии, что оператор испытания

обладает достаточной профессиональной подготовкой для выполнения таких обязанностей.

6.2.2 Место проведения испытаний

Испытания на эксплуатационные характеристики предпочтительно проводить на заводе изготовителя, или на другом испытательном стенде, привлеченном изготовителем/поставщиком, или в другом месте по взаимной договоренности между изготовителем/поставщиком и покупателем.

6.2.3 Дата проведения испытаний

Дата испытаний в присутствии заказчика устанавливается по взаимному согласию производителя/поставщика и заказчика.

6.2.4 Требование к персоналу

Точность измерений зависит не только от качества измерительных приборов, но и от опыта и квалификации персонала, работающего с измерительными приборами при проведении испытаний. Персонал, которому поручено проведение измерений, должен быть подобран так же тщательно, как и приборы, которые будут использоваться при проведении испытаний.

Специалисты, имеющие достаточный опыт проведения измерений, должны быть обеспечены необходимыми измерительными приборами (аппаратами) для снятия показаний. Снятие простых показаний можно доверить лицам, которые после проведения инструктажа могут снять аккуратно точные и надежные показания.

Руководителя, ответственного за проведение приемочных испытаний, назначают обе стороны. Если испытания проводит изготовитель на своих стендах, то руководителем испытаний назначают представителя изготовителя.

В течение испытаний все сотрудники подчиняются ответственному за испытания, руководящему их проведением, составлением отчетов (протоколов) и документов о результатах испытаний. Все вопросы, возникающие в процессе работы, а также их разрешение находятся в его ведении. Стороны должны оказывать любую помощь, которую руководитель испытаний считает необходимой.

6.2.5 Подготовка объекта испытаний

Если испытания проводят не на стенде изготовителя (поставщика) или не на стенде, используемом изготовителем (поставщиком), то представителю изготовителя

и монтажнику должна быть предоставлена возможность произвести предварительную регулировку.

6.2.6 Программа испытаний

Программа и процедура испытания должны быть подготовлены руководителем испытания и представлены производителю/поставщику и потребителю заблаговременно с достаточным запасом времени для рассмотрения и согласования.

В основе программы испытаний должны лежать только гарантированные параметры (см. [подраздел 5.1](#)); другие параметры, измерение которых производится во время испытаний, должны носить исключительно информативную функцию и должны быть помечены как справочные.

6.2.7 Испытательное оборудование

Перед принятием решения о начале измерений должны быть определены приборы для измерений, регистрации и обработки данных. Руководитель испытаний несет ответственность за проверку правильности установки приборов и их надлежащее функционирование.

Все измерительные приборы должны быть отмечены в отчетах, с указанием, что они посредством калибровки или сравнением с другими стандартами соответствуют требованию [п. 7.2.3](#). Такие отчеты представляются по необходимости. Значения требуемого периода между калибровками измерительных приборов приведены в приложении Е стандарта ГОСТ ISO 9906-2015. Для измерительных приборов, отличных от указанных в ГОСТ ISO 9906-2015, например, динмометров, рекомендуется использовать период не более одного года между калибровками.

6.2.8 Результаты измерений

Все результаты измерений и полученные диаграммы должны быть парафированы руководителем испытаний, а также представителями изготовителя/поставщика и потребителя, если они присутствуют, каждый из них должен получить копию результатов измерений и полученных диаграмм.

Оценка результатов измерений проводится по мере возможности во время проведения испытаний и, в любом случае, до момента демонтажа установки и КИПиА для того, чтобы можно было без промедления повторить подозрительные измерения.

6.2.9 Протокол испытаний

Если потребитель запросил протокол испытаний, то после проверки результаты испытаний должны быть обобщены в отчете, который подписывается руководителем/оператором испытаний самостоятельно, или совместно с представителями изготовителя/поставщика и потребителя. Все стороны, указанные в договоре, должны получить копию протокола.

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

- а) место и дата проведения приемочных испытаний;
- б) наименование производителя, тип мешалки и ее серийный номер;
- в) диаметр рабочего колеса, угол установки лопасти или другие конструктивные параметры;
- г) гарантированные характеристики, условия эксплуатации при приемочных испытаниях;
- д) спецификация привода мешалки;
- е) эскиз испытательного стенда, описание процедуры испытания и измерительных устройств, включая калибровочные данные;
- ж) результаты измерений;
- и) оценка и анализ результатов измерений;
- к) выводы:
 - сравнение результатов испытаний и гарантированных параметров;
 - определение мер, принятых в связи с заключенными дополнительными соглашениями;
 - рекомендации относительно того, может ли мешалка быть принята или должна быть отклонена, и при каких условиях (если гарантийные параметры не полностью выполнены, окончательное решение о том, может ли мешалка быть принята, принимается покупателем);
 - положения, вытекающие из мер, принятых в связи с заключенными дополнительными соглашениями.

6.3 Испытательное оборудование

6.3.1 Общие сведения

В данном подразделе приведены условия, обеспечивающие проведение успешных измерений рабочих параметров погружных мешалок с заданной точностью (см. подраздел 7.2).

Примечания:

- 1 КПД мешалки, измеренный на одном испытательном стенде, может не совпадать со значением, полученном на другом испытательном стенде, вне зависимости от точности измерений.
- 2 Рекомендации и типовые схемы испытательных стендов, обеспечивающих успешное проведение измерений, приведены в Разделе 8.

6.3.2 Стандартные условия испытаний

Наиболее подходящие условия измерения достигаются при организации испытательного стенда таким образом, чтобы поток, окружающий мешалку, был сведен к минимуму или полностью исключен. В частности,

- a) сильное течение, включая турбулентность, должно быть устранено или уменьшено,
- b) если окружающий поток не может быть устранен, он должен быть симметричным и параллельным оси рабочего колеса смесителя.

6.4 Условия испытаний

6.4.1 Процедура испытаний

Длительность испытаний должна быть достаточной для получения стабильных результатов, достигающих высокой степени точности.

Все измерения следует проводить при стабильной работе мешалки или нестабильной, но с учетом оговорок, приведенных в п. 6.4.2. Решение о проведении измерений, в условиях, когда такие оговорки не могут быть выполнены, является предметом отдельной договоренности между заинтересованными сторонами.

Подтверждение гарантийной точки считается достигнутым путем регистрации не менее 30 показаний, сгруппированных равномерно по времени, как указано в п. 6.4.2. В отдельных случаях может потребоваться большее количество показаний.

Если мощность привода во время испытания на стенде недостаточна и, если испытание должно проводиться при пониженной частоте вращения, результаты испытания должны быть переведены на заданную частоту вращения в соответствии с п. 7.1.2. Частота вращения должна контролироваться в соответствии с п. 6.4.4

Если во время испытания на испытательном стенде сила тока является недостаточной в виду того, что ПМ имеет включение по схеме треугольника, можно применить Т-образное соединение, при этом ток должен быть уменьшен в $3^{-1/2}$ раза, а напряжение — увеличено в $3^{1/2}$ раза (в условиях 3-фазного режима). Перед снятием показаний измерений должна быть достигнута устойчивая работа. Разница в производительности между двумя типами соединений должна быть учтена в протоколе испытаний.

6.4.2 Стабильность работы

6.4.2.1 Общие сведения

В настоящем стандарте применимы следующие определения:

а) Колебания: кратковременные изменения измеренного значения физической величины относительно ее среднего значения в течение времени, когда производится одно измерение.

б) Отклонения: изменения в значении, которые происходят между двумя разными измерениями.

6.4.2.2 Допустимые колебания показаний

Настоящий стандарт не устанавливает ограничения на колебания в том случае когда:

а) используемая измерительная система включает устройство объединения данных, выполняющее, с требуемой точностью, автоматическое объединение, необходимое для расчета среднего значения за отрезок времени, который значительно больше инерционного времени соответствующей системы;

б) объединение, необходимое для расчета среднего значения, может быть выполнено позже, на основе непрерывной или выборочной записи аналогового сигнала. (Условия выборки должны быть указаны в протоколе испытаний).

Если ни одно из этих условий не выполняется, между производителем/поставщиком и заказчиком может быть достигнута договоренность об ограничении колебаний.

6.4.2.3 Количество замеров

6.4.2.3.1 Общие сведения

Общее количество замеров определяется как сумма замеров по каждому из гарантируемых параметров. В настоящем стандарте такими параметрами являются тяга и мощность мешалки. Отношение тяги к мощности не является измеряемым параметром и определяется окончательными значениями тяги и мощности, полученных в ходе испытаний.

6.4.2.3.2 Стабильные условия

Условия испытаний называются устойчивыми, если среднее значение всех величин (тяги смесителя и потребляемой мощности) не зависит от времени. На практике условия испытания можно считать устойчивыми, если максимальное значение, наблюдаемое в рабочей точке испытания в течение не менее 30 с наблюдения, не превышает минимального значения, наблюдаемого в течение того же наблюдения, более чем на 5 % от этого минимального значения. Если это условие соблюдается, необходимо регистрировать только один набор показаний отдельных величин.

6.4.2.3.3 Нестабильные условия

В случаях, когда в связи с нестабильностью условий испытаний возникают сомнения в точности результатов измерений, следует придерживаться следующей процедуры. Минимальное число замеров отдельных величин определяется в соответствии с положениями п. 7.2.2.

Измеряемая величина измеряется в моменты времени, разделенные постоянным периодом, или интегрируется и усредняется в течение постоянного периода. Период должен быть не короче половины периода автокорреляции временного ряда измеряемой переменной. Если он короче на некоторый коэффициент, то количество показаний отдельной переменной должно быть увеличено на величину, обратную этому коэффициенту.

Период автокорреляции, или время автокорреляции, измеряемой переменной x , со значениями $\langle x \rangle + x_i$, измеренными в моменты времени $T_{\text{initial}} + i \Delta T$, может быть представлен как

$$T_0 = [\Delta T / \sigma^2(N + 1)] \sum_{N=0}^M \sum_{i=1}^N x_i x_i + N \quad (1)$$

где

$N = M + 1$ даст первый отрицательный элемент в сумме свыше N , и

$\Delta T < T_0/6$, $N > 5 T_0/\Delta T$.

Значение стандартного отклонения набора значений измерений равно σ .

6.4.3 Напряжение и частота возбуждения при испытании

Применяемое напряжение должно быть в пределах 5 % от напряжения, указанного для мешалки. Применяемая частота возбуждения должна быть в пределах 1 % от частоты, указанной для мешалки. По согласованию между изготовителем (поставщиком) и заказчиком может быть установлено другое значение частоты в соответствии с п. 6.4.4.

Примечание – Эти условия гарантируют, что частота вращения будет такой же, как при заданных рабочих условиях мешалки. Такая частота вращения обозначается n_{sp} , хотя она не обязательно должна быть известна.

6.4.4 Частота вращения при испытании

По согласованию между изготовителем/поставщиком и заказчиком испытания могут проводиться на частотах вращения, отличных от той, которая соответствует заданной частоте возбуждения и напряжению (условно называемой n_{sp}). Это достигается путем установки частоты возбуждения на определенное значение, которое должно быть включено в протокол испытаний. Частота возбуждения может находиться в диапазоне от 50 % до 120 % от указанной. В протоколе испытаний должно быть отмечено, изменяется ли частота вращения прямо пропорционально частоте возбуждения. Если частота вращения изменяется прямо пропорционально частоте возбуждения, то она может быть выражена как:

$$n = n_{\text{sp}}(f/f_{\text{sp}}) \quad (2)$$

Если такая простая зависимость между частотой вращения и частотой возбуждения отсутствует, то использование переводных соотношений, приведенных в п. 7.1.2, возможно только в том случае, если изготовитель/поставщик и заказчик согласуют и реализуют метод определения значения (n / n_{sp}).

Значения параметров, измеренных на этих частотах вращения относятся исключительно к работе мешалки на этих частотах. Приблизительный способ расчета тяги при других скоростях работы приведен в п. 7.1.2. Оценки потребляемой мощности мешалки и соотношения ее тяги к мощности на других частотах вращения требуют дополнительных данных, включая, например, данные по электродвигателю ПМ.

Влияние пониженной или повышенной частоты возбуждения на производительность ПМ зависит не только от самой ПМ, но и от устройства, используемого для частотного регулирования привода. Если указанная частота возбуждения ПМ не используется в испытании, то в протоколе испытания должна быть сделана отметка о том, что характеристики изделия зависят от частотно-регулируемого привода.

6.4.5 Испытания насоса на жидкостях, отличных от чистой холодной воды

6.4.5.1 Общие сведения

Характеристики мешалки значительно изменяются в зависимости от свойств перекачиваемой жидкости. Заинтересованным сторонам рекомендуется разработать эмпирические методики для прогнозирования работы мешалки в жидкости со свойствами, отличными от свойств чистой холодной воды.

6.4.5.2 Характеристики чистой холодной воды

Характеристики воды, которая в настоящем стандарте называется «чистой холодной водой», должны находиться в пределах значений, указанных в Таблице 3. Измеренные значения тяги и потребляемой мощности нормируются в зависимости от плотности воды, чтобы соответствовать плотности $\rho_{sp} = 998,2 \text{ кг/м}^3$ (т.е. равна плотности чистой воды при температуре 20 °С и атмосферном давлении). Данные и уравнения для пересчета приведены в п. 7.1.2.

Таблица 3 — Характеристики чистой холодной воды

Показатель	ед.изм.	мин.	макс.
Температура	°С	0	40
Кинематическая вязкость	м ² /с	—	1,75 x 10 ⁻⁶
Плотность	кг/м ³	995	1050
Концентрация взвешенных частиц	кг/м ³	—	2,5
Растворенные твердые включения	кг/м ³	—	50

6.4.5.3 Характеристики жидкостей, для которых допустимы испытания на чистой холодной воде

Тяга и потребляемая мощность мешалок, предназначенных для работы на жидкостях, отличающихся от чистой холодной воды, могут быть определены при работе мешалок на чистой холодной воде, если жидкость является ньютоновской и соответствует характеристикам, указанным в Таблице 4. Следует отметить, что число Рейнольдса зависит от фактического результата измерения, и соблюдение этих пределов может быть с уверенностью установлено только по факту. Прогнозируемая тяга и потребляемая мощность при работе на другой жидкости должны рассчитываться в соответствии с процедурой, согласованной между изготовителем/поставщиком и заказчиком.

Таблица 4 — Характеристики жидкостей

Показатель	ед.изм.	мин.	макс.
Число Рейнольдса	(безразмерное число)	3,0 x 10 ⁴	—
Плотность	кг/м ³	450	2000
Концентрация взвешенных частиц	кг/м ³	—	2,5

7 Анализ результатов испытаний

7.1 Приведение результатов испытаний к гарантируемым и/или номинальным условиям

7.1.1 Общие сведения

Параметры, используемые для подтверждения рабочих характеристик мешалки, гарантируемые изготовителем (продавцом) и приведенные в подразделе 5.1, обычно определяют в условиях, отличающихся от условий, на которых основана гарантия.

Для подтверждения гарантируемых показателей, в случае проведения испытаний в негарантированных условиях, значения измеренных показателей должны быть приведены к гарантированным условиям.

7.1.2 Приведение результатов измерений к значениям, основанным на расчетной частоте вращения и заданной плотности жидкости

Зависимость плотности от температуры для чистой не находящейся под напором воды приведена в Таблице 5. Данные взяты из [1].

Таблица 5 — Зависимость плотности от температуры для чистой воды не находящейся под напором

Температура (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Плотность (кг/м³)	999,8	999,9	999,7	999,1	998,2	997,0	995,6	994,0	992,2

Если характеристики жидкости для испытаний, например, плотность ρ , находятся в пределах, предусмотренных в Таблице 3, и/или если отклонение полученной частоты вращения при испытании n относительно расчетной частоты вращения n_{sp} не превышает допустимых отклонений, приведенных в п. 6.4.4, то данные измерений по тяге F можно преобразовать в испытательное значение F_{Tr} по следующей формуле (3):

$$F_{Tr} = F(\rho_{sp}/\rho)(n_{sp}/n)^2 \quad (3)$$

Значение частоты вращения n должно контролироваться в соответствии с п. 6.4.4. Это же уравнение может быть использовано для расчета рабочей тяги F в жидкости, характеристики которой, например, плотность ρ , находятся в пределах, указанных в Таблице 4, когда F_{Tr} было получено.

Уравнение (3) можно также использовать для оценки тяги при частоте вращения вне пределов, указанных в п. 6.4.4, и плотности жидкости вне пределов, указанных в таблице 4. Оценка потребляемой мощности может быть выполнена с помощью уравнения (4) (с аналогичными условиями):

$$P_{Tr} = P(\rho_{sp}/\rho)(n_{sp}/n)^3 \quad (4)$$

Уравнение (4) отражает изменение именно гидравлической мощности, тогда как, например, электрическая мощность в значительной мере зависит от КПД двигателя. Кроме того, влияние мощности холостого хода не отражено в данном уравнении.

Правило масштабирования для соотношения тяги к мощности не может быть четко определено, поскольку нельзя с уверенностью утверждать, что масштабирование поглощаемой мощности кубически зависит от частоты вращения. В качестве приближения самого низкого порядка может быть использовано отношение двух вышеприведенных уравнений:

$$F_{FR,Tr} = R_{FR}(n/n_{sp}) \quad (5)$$

7.2 Определение погрешностей

7.2.1 Общие сведения

Каждое измерение несет неизбежную погрешность, даже если процесс измерения, используемые приборы, а также методы анализа полностью соответствуют требованиям настоящего стандарта и соответствуют установленным правилам.

7.2.2 Определение случайной погрешности

В настоящем стандарте случайная погрешность измерения переменной величины принимается в виде удвоенного стандартного квадратичного отклонения измеряемой переменной величины σ при проведении не менее 30 независимых замеров переменной при одинаковых условиях. Случайная погрешность не должна более чем в 0,75 раза превышать абсолютные значения допусков, приведенные в Таблице 6.

Если максимально допустимая случайная погрешность e меньше относительной случайной погрешности $2\sigma / \langle x \rangle$, где $\langle x \rangle$ — среднее значение измеряемой переменной величины, количество независимых измерений должно быть увеличено до $29 \times (2\sigma / e \langle x \rangle)^2$.

В случае, когда частные ошибки (комбинация которых создает погрешность) независимы одна от другой, незначительны, но при этом многочисленны и имеют распределение по закону Гаусса, то истинное значение с 95 %-ной вероятностью не выйдет за пределы доверительного интервала измеряемой величины.

7.2.3 Максимально допустимая систематическая погрешность

Погрешность измерения зависит погрешностей измерительного прибора и используемого метода измерения. Если, после устранения всех известных погрешностей (ошибок) путем калибровки прибора, тщательной установки и измерения тем же самым прибором и по тому же методу, погрешность не исчезает, то такой компонент погрешности (ошибки) называется «систематической погрешностью».

В разделах 8 и 9 описаны различные методы измерений, а также приборы, используемые для определения тяги мешалки и потребляемой электрической мощности. Следует использовать измерительные приборы и применять методы, которые посредством калибровки или использования положений других стандартов, обеспечивают известное значение систематической погрешности. В настоящем стандарте к измеряемым величинам устанавливаются следующие ограничения на систематическую погрешность:

- а) тяга $\pm 2 \%$, и
- б) электрическая мощность $\pm 2 \%$.

7.2.4 Суммарная погрешность измерения

Случайная погрешность является составляющей суммарной погрешности и возникает из-за несовершенства системы измерения или измерительных устройств (приборов) или обеих причин одновременно. В отличие от систематической погрешности случайная погрешность может быть уменьшена (снижена) за счет увеличения числа измерений одной и той же величины (параметра) при одних и тех же условиях.

Суммарная погрешность измерения может быть вычислена путем извлечения квадратного корня из суммы квадратов систематической и случайной погрешностей [см. уравнение (8), п. 8.3.]. Суммарная погрешность измерений должна быть по возможности определена сразу после испытания, принимая во внимание условия измерения и работы по проведению испытаний.

7.2.5 Определение погрешности измерения соотношения тяги к мощности

Суммарная погрешность в соотношении тяги к мощности рассчитывается как средняя погрешность в выражении F / P_1 .

В целом, средняя погрешность определяется следующим образом:

$$\left| \Delta R_{FR} / R_{FR} \right|^2 = \left| (1/R_{FP})(dR_{FP}/dF)\Delta F \right|^2 + \left| (1/R_{FP})(dR_{FP}/dP_1)\Delta P_1 \right|^2 + \dots \quad (6)$$

откуда следует, что

$$e_R = (e_F^2 + e_P^2)^{1/2} \quad (7)$$

7.3 Значения допусков

В каждой мешалке имеются геометрические отклонения от чертежей из-за погрешностей изготовления.

При сравнении результатов испытания с гарантируемыми показателями допустимы определенные допуски, включающие возможные отклонения конкретной испытуемой мешалки от мешалки без погрешностей изготовления.

Такие допуски при измерении рабочих параметров мешалки связаны непосредственно с погрешностью изготовления и не зависят от условий проведения испытаний и не влияют на прочие погрешности. Для упрощения расчета гарантируемых величин рекомендуется введение допускаемых отклонений. Эти коэффициенты допуска, t_F , t_P и t_R , должны применяться к измерениям, указанным в настоящем документе.

Значения допусков должны быть зафиксированы в договоре. При отсутствии конкретного соглашения относительно применимых допусков, используются значения, приведенные в Таблице 6.

Таблица 6 — Значения допусков

Наименование показателя	Обозначение	Минусовый допуск, %	Плюсовой допуск, %
Гарантированная номинальная тяга < 300 Н	t_F	12	—
Гарантированная номинальная тяга ≥ 300 Н	t_F	8	—
Электрическая мощность < 5000 Вт	t_p	—	10
Электрическая мощность ≥ 5000 Вт	t_p	—	5
Соотношение тяги к мощности	t_R	$= t_F$	—

7.4 Подтверждение гарантий

7.4.1 Общие сведения

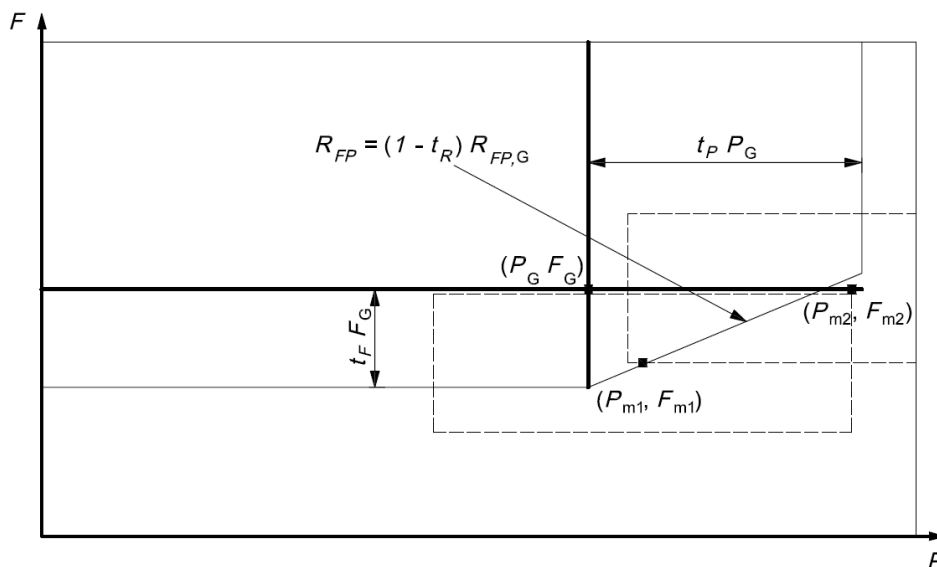
Подтверждение каждого гарантируемого значения следует выполнять путем сравнения результатов испытания с гарантируемыми значениями, оговоренными в договоре (с учетом предусмотренных допусков).

7.4.2 Подтверждение гарантированного значения тяги, потребляемой мощности и КПД

Результаты измерений должны быть пересчитаны на заданную частоту вращения и плотность жидкости в соответствии с п. 7.1.2. Проверка может быть представлена графически, как на рисунке 1 ниже. Точка измерения (P_m , F_m) должна соприкасаться или попадать в область над и слева от линий допуска.

Иными словами, измеренные значения тяги и мощности, F_m и P_m , должны быть такими, чтобы удовлетворять всем трем условиям:

- a) $F_m \geq (1 - t_F) F_G$;
- b) $P_m \leq (1 + t_p) P_G$;
- c) $R_{FP,m} \geq (1 - t_R) R_{FP,G}$



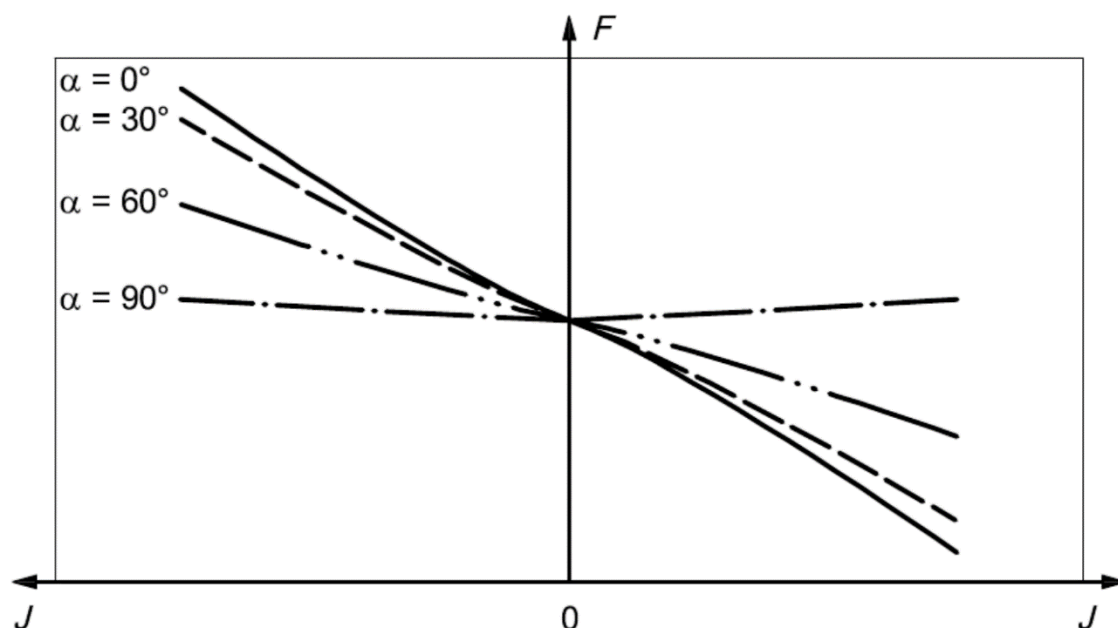
В этом случае изделие № 1 отвечает гарантийным требованиям, в то время как изделие № 2 выходит за пределы гарантированного диапазона производительности. Пунктирными прямоугольниками обозначен диапазон неопределенности измерений.

Рисунок 1 – Подтверждение гарантированного значения

8 Измерение тяги

8.1 Параметры течения при измерении тяги

Тяга мешалки, работающей в условиях, указанных в подразделе 6.4, зависит от граничных условий. В качестве упрощенного примера рассмотрим тягу мешалки при однородном установившемся течении, скорость которого равна u и направление которого находится под углом α к оси мешалки. Характеристика тяги в этом случае может выглядеть так, как показано на Рисунке 2.



Отрицательные значения коэффициента преобразования скорости $J = u / nD$ соответствуют противотoku.

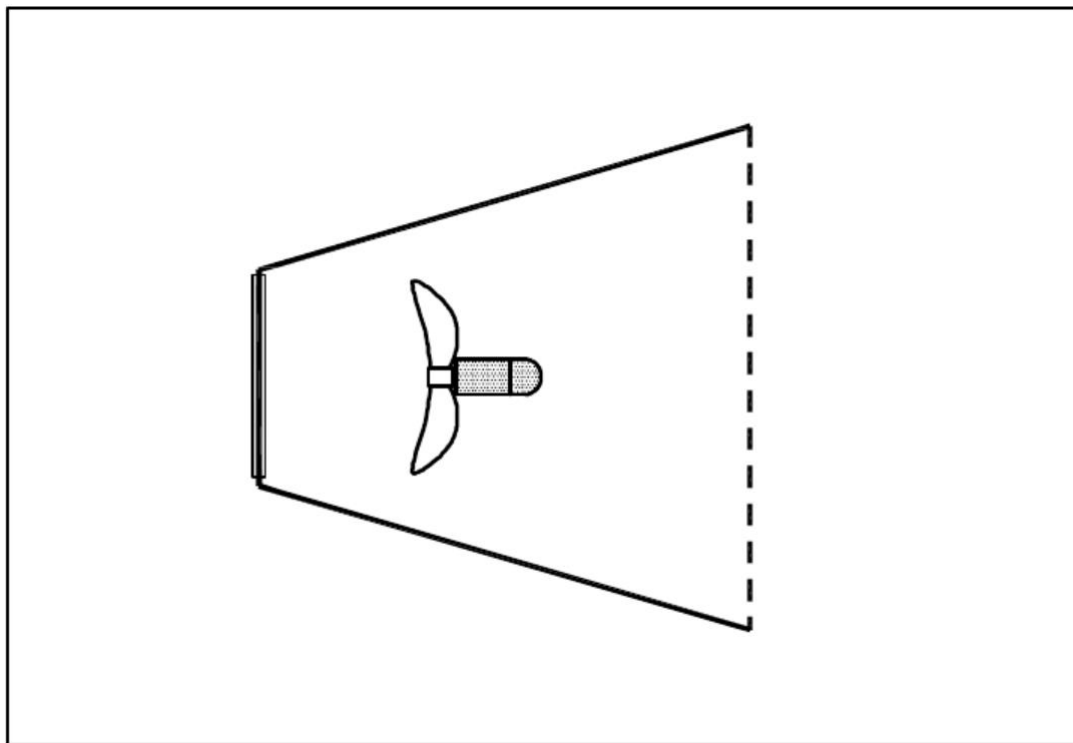
Рисунок 2 – Принципиальная схема распределения тяги в условиях однородного установившегося течения

Параметры течения обычно являются более сложными в реальных рабочих условиях. Поток в большинстве случаев не является постоянным или однородным. В настоящем стандарте измерение тяги мешалки при $J = 0$, т.е. без потока протекания, выбрано в качестве стандартного измерения.

Сложно найти другую рабочую точку с более высокой репрезентативностью, чем эта точка Рисунок 2 Условия работы, называемые «условиями открытого моря», могут быть получены либо симуляцией, либо непосредственно в открытом море. Принцип расположения испытательного стенда, обеспечивающий «условия открытого моря», показан на Рисунке 3а. На Рисунках 3б и 3с показаны два различных подхода.

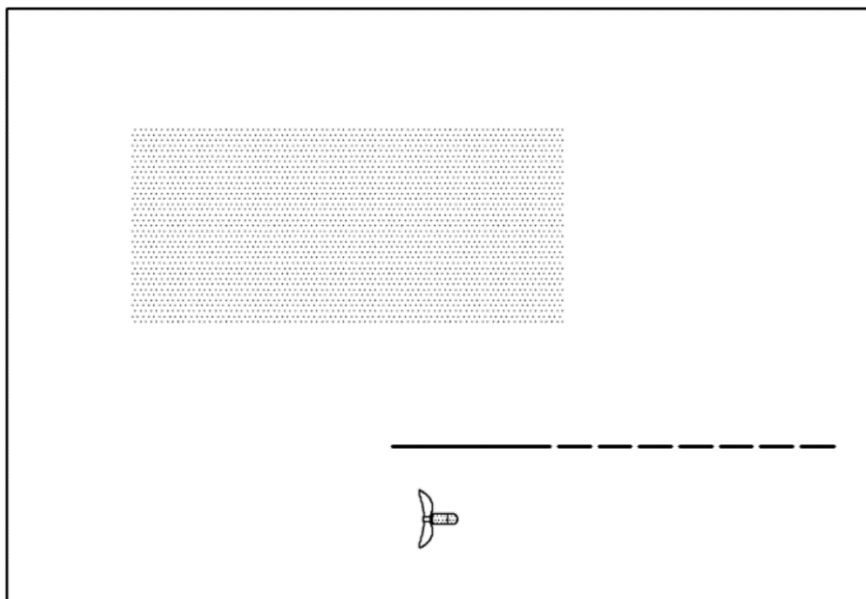
На практике полное отсутствие окружающего потока, когда $J = 0$, может оказаться невозможным. Приемлемое значение допуска для J значительно меньше 1 ($\ll 1$) и должно быть выбрано с учетом допусков, приведенных в Таблице 6.

Следует также учитывать влияние границ резервуара и свободной поверхности жидкости на рабочую точку мешалки. Для стандартного измерения выбирается вариант с минимизированными граничными эффектами. Для устранения влияния границ и свободной поверхности жидкости должны соблюдаться минимальные расстояния от мешалки до границ и свободной поверхности жидкости.



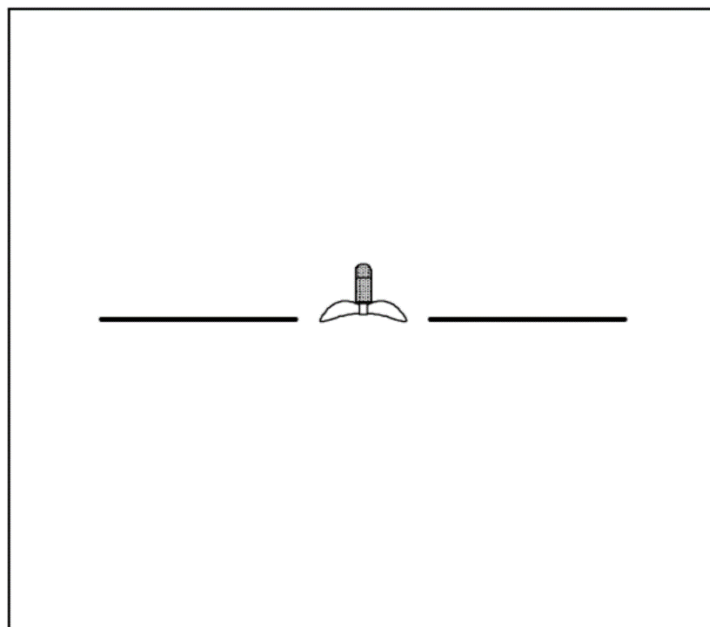
Передняя перегородка имеет отверстие для входа потока. Рециркуляция сглаживается сжатием потока, создаваемым наклонными перегородками, как на обратном пути, так и на подходе к мешалке. Перфорированная пластина на выходе потока за мешалкой уменьшает крупномасштабную турбулентность.

- а) Вид сверху на расположение перегородок, обеспечивающих стандартные параметры течения в испытательном резервуаре



Большой объем резервуара и некоторые препятствия потока (схематично обозначены тире) снижают импульс обратного потока. Сплошная пластина устраняет боковое влияние обратного потока на мешалку. Перфорированная пластина за сплошной пластиной уменьшает влияние бокового возвратного потока и частично его отсекает.

- b) Вид сверху на большой резервуар, обеспечивающий стандартные параметры течения при испытаниях



Большой объем резервуара и перегородки для снижения импульса обратного потока.

- с) Вид сверху на испытательный резервуар с другим расположением перегородок

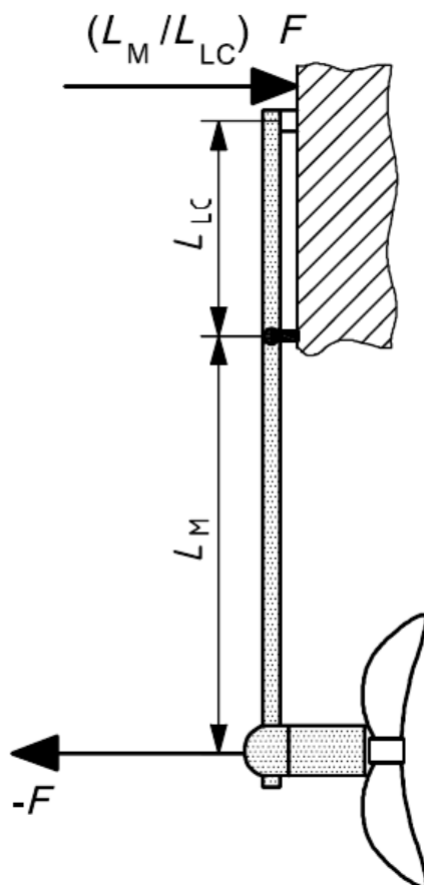
Рисунок 3 – Схемы организации испытательного стенда

8.2 Метод измерения тяги

Тяга определяется как величина осевого линейного импульса, прикладываемого к жидкости в единицу времени. Сила реакции на мешалке равна силе тяги, но противоположна по направлению.

Примечание – В судовой механике "тяга" обозначает силу, действующую на движущееся судно, противоположную направлению импульса гребного винта. При смешивании, перемещение жидкости является основной целью, поэтому тяга определяется как воздействующая на саму жидкость.

Чтобы избежать измерения полей скорости потока, которые являются чрезвычайно сложными для выполнения и оценки, тяга мешалки определяется путем измерения силы реакции на ней. Для того чтобы такое измерение было практически осуществимым и точным в той степени, которая указана в п. 7.2.3, можно использовать передачу усилия на нагрузочную камеру, тензометр или гибочную балку с помощью системы рычагов. Основной принцип указан на Рисунке 4. Длина задействованного рычага должна быть достаточно большой, чтобы коэффициент передачи усилия, определяемый равенством входных и выходных моментов относительно оси поворота рычага, мог быть определен в пределах 0,5% при использовании метода измерения длины.



Для достижения более стабильных и практически достоверных результатов, как правило, необходимы более сложные схемы установки.

Рисунок 4 – Принципиальная схема измерения тяги мешалки

8.3 Погрешность измерений

Погрешность измерения тяги мешалки должна быть получена с учетом отдельных погрешностей измеряемых величин. Если измерения проводятся по схеме из подраздела 8.2, то следует учитывать следующие погрешности:

- а) погрешность $e_{L/L}$ отношения L_{LC}/L_M длины, поскольку это отношение является множителем для значения, определяемого в нагрузочном элементе;
- б) погрешность e_{LC} (95% достоверности), генерируемая допуском камеры нагрузки;
- с) погрешность e_{TS} (95% достоверности), относящаяся к конечному временному ряду записей значений силы, определяемых в нагрузочном элементе.

При наличии других погрешностей учет происходит аналогичным образом. Общая погрешность измерений определяется (см. п. 7.2.4 и п. 7.2.5) как:

$$E_F = (e_{L/L}^2 + e_{LC}^2 + e_{TS}^2 + \dots)^{1/2} \quad (8)$$

9 Измерение потребляемой электрической мощности

Параметры течения должны быть идентичными условиям, при которых производятся измерения тяги, как указано в подразделе 8.1.

Подача электроэнергии на электродвигатель смесителя переменного тока измеряется методом с использованием трех ваттметров, если электродвигатель трехфазный.

Рекомендации по типу и классу точности приборов для измерения электрической мощности приведены в ГОСТ 30012.

Приложение А
(рекомендуемое)

Контрольный лист

Ниже приведен контрольный список, по позициям которого перед проведением испытания рекомендуется заключить соглашение между производителем (поставщиком) и покупателем. Следует отметить, что не всегда необходимо будет согласовывать все эти пункты в ходе разработки договора.

- 1) Объем гарантий: гарантированные значения
- 2) Договорные вопросы, такие как количество мешалок, подлежащих тестированию в партии идентичных мешалок
- 3) Любой другой аспект работы мешалки, подлежащий проверке в ходе испытания
- 4) Место проведения испытаний
- 5) Дата испытаний
- 6) Лицо, ответственное за испытание, когда испытание не проводится на производственных мощностях изготовителя
- 7) Методы измерения
- 8) Испытательное оборудование
- 9) Договоренность проведения испытаний
- 10) Способ прогнозирования производительности смесителя из теста с использованием чистой холодной воды
- 11) Способ прогнозирования производительности смесителя по результатам испытания, проводимого в соответствии со стандартными схемами испытательного стенда
- 12) Значения допуска гарантированных параметров
- 13) Стоимость испытания
- 14) Условия проведения и расходы повторных испытаний

Приложение ДА

(справочное)

**Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой
примененного в нем международного стандарта**

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта ISO 21630:2007
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки*	-
3 Термины и определения	2 Термины и определения
4 Условные обозначения и сокращения	3 Условные обозначения и сокращения
5 Гарантии	4 Гарантии
6 Проведение испытаний	5 Проведение испытаний
7 Анализ результатов испытаний	6 Анализ результатов испытаний
8 Измерение тяги	7 Измерение тяги
9 Измерение потребляемой электрической мощности	8 Измерение потребляемой электрической мощности
Приложение А Контрольный лист	Приложение А Контрольный лист
Приложение ДА Сопоставление структуры настоящего*	-
*Указанные разделы введены для приведения текста настоящего стандарта в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5 Нумерация подразделов и пунктов изменена соответственно изменению нумерации основных разделов	

Библиография

- [1] ISO 5198:1987 Centrifugal, mixed flow and axial pumps – Code for hydraulic performance test – Precision Grade

УДК 621.671:006.354

ОКС 23.080

Ключевые слова: комплексы для производства, отгрузки, переработки, сжиженный природный газ, насосы центробежные, методы испытаний

Председатель ТК 245 «Насосы»

подпись

В.К. Караханьян

инициалы, фамилия

Ответственный секретарь

ТК 245 «Насосы»

подпись

Е.В. Солодченков

инициалы, фамилия

Директор департамента машиностроения

электроэнергетики и электротехники

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

подпись

Г.В. Воробьёв

инициалы, фамилия