

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
генерального директора -  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

« 16 » 09

2014 г.

## Инструкция

Аппараты для определения газопроницаемости формовочных смесей  
LPiR-3e

Методика поверки  
LPiR-3e 2014.001 МП

н.р. 60374-15

2014 г.

Настоящая методика поверки распространяется на аппараты для определения газопроницаемости формовочных смесей LPiR-3e производства фирмы «MULTISERW-Morek», Польша (далее по тексту – аппараты), предназначенные для измерений газопроницаемости литейных формовочных материалов (формовочных и стержневых смесей во влажном, просушенном или жестком состоянии, кварцевых песков и т.д.) при температуре  $(20\pm10)$  °C, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – один год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр и проверка комплектности	6.1	Да	Да
2 Опробование и определение идентификационных данных программного обеспечения	6.2	Да	Да
2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений	6.3	Да	Да

1.2 Результат поверки считается отрицательным, если будет обнаружено несоответствие требованиям хотя бы по одному из пунктов таблицы 1.1.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование эталонного средства измерения или вспомогательного средства поверки	Номер документа, регламентирующего технические средства и их метрологические характеристики
Микроманометр жидкостный компенсационный с микрометрическим винтом MKBK-250	ТУ 4213-10-55862958-02, диапазон измерений от 0 до 2500 Па, класс точности 0,05 по ГОСТ 8.302-78
Весы лабораторные электронные AJH-4200CE	ГОСТ 24104-2001 или ГОСТ Р 53228-2008, диапазон измерений от 5 г до 4200 г, класс точности высокий (II) по ГОСТ 24104-2001 (ГОСТ Р 53228-2008), цена поверочного деления 0,1 г.
Секундомер механический СОСпр-26-2-010	ТУ25-1894.003-90, цена деления 0,2 с, класс точности 2

Наименование эталонного средства измерения или вспомогательного средства поверки	Номер документа, регламентирующего технические средства и их метрологические характеристики
Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4 № 2	ГОСТ 28498-90, диапазон измерений от 0 до 55 °C, цена деления 0,1 °C, класс точности 2
Барометр-анероид контрольный М-67, погрешность 0,8 мм рт.ст;	ТУ 25-04-1797-75, диапазон от 610 до 790 мм рт.ст., погрешность 0,8 мм рт.ст.
Вспомогательные средства поверки	
Проливной стенд	LPiR-3e 2014.001 МП, п. 5.2.1
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-72

**Примечания** – 1 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих измерение соответствующих характеристик с равной или лучшей точностью.  
2 Применяемые при поверке средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

### 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Условия поверки должны соответствовать ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение электросети  $(220 \pm 22) \text{ В}$ .

### 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила эксплуатации электроустановок потребителем» (утверждены Госэнергонадзором 27.02.83), «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем» (утверждены Госэнергонадзором 31.03.92).

4.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80 и санитарных норм СН 245-71.

### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Перед проведением операций поверки поверитель должен изучить документ «LPiR-3e-001РЭ. Аппараты для определения газопроницаемости формовочных смесей LPiR-3e. Руководство по эксплуатации».

5.2 Подготовить аппарат и средства проверки - проливной стенд, микроманометр, весы, термометр, барометр, вспомогательные средства. Проливной стенд, заполненный водой и дополнительные емкости с водой должны находиться рядом в одном помещении не менее 2 суток для выравнивания разности температуры воды и помещения. Температура в помещении за это время не должна отклоняться от среднего значения более чем на  $\pm 5 ^\circ\text{C}$ . Аппарат должен находиться в том же помещении не менее 3 часов.

#### 5.2.1 Подготовка проливного стендса

Для проведения проверок подготовить проливной стенд, схема которого приведена на рисунке 1.

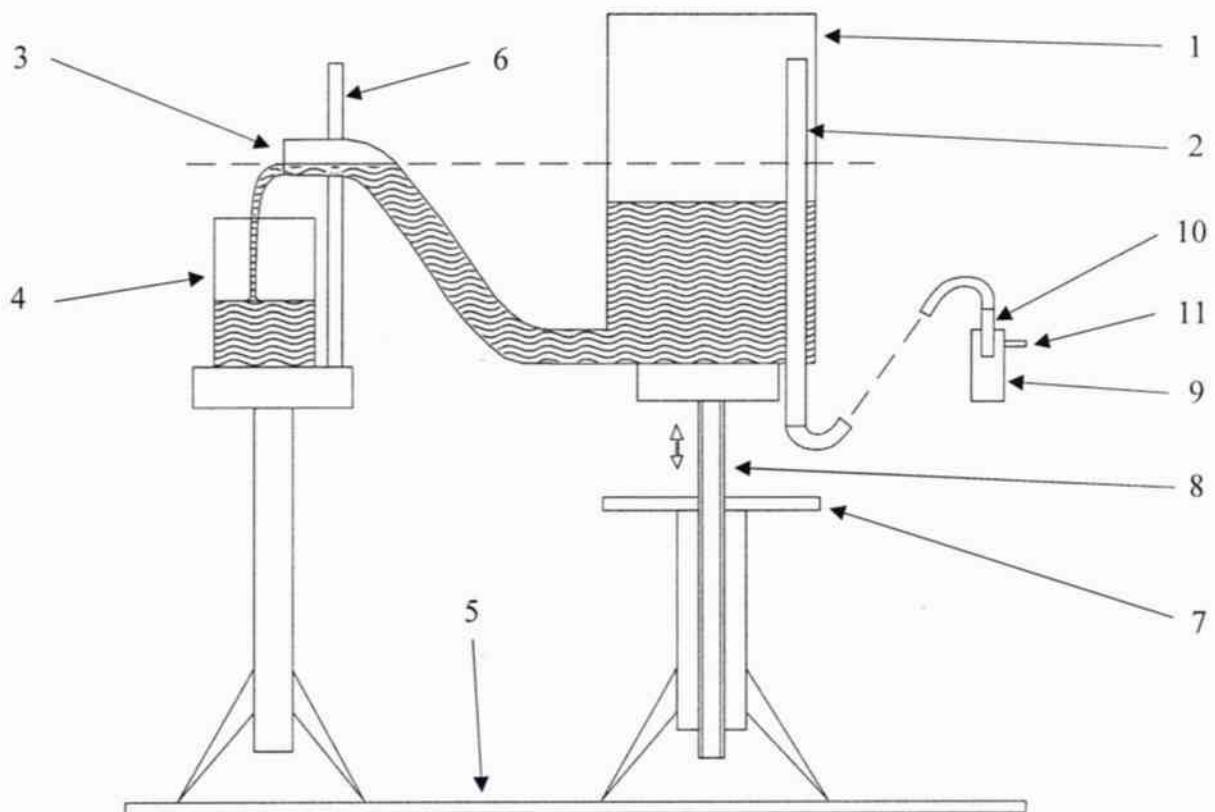


Рисунок 1

Проливной стенд состоит из герметичного резервуара, стоек, двух резервуаров для сливаемой воды, соединительных трубок, насадка для соединения с исследуемым средством воздухоотдачи. Герметичный резервуар 1 емкостью 22 литра и площадью горизонтального сечения  $600 \text{ см}^2$ , имеет входное и выходное отверстия. Резервуар заполнен водой так, что в его верхней части остается свободное пространство для воздуха. Во входное отверстие через патрубок 2 в верхнюю часть резервуара подается под напором воздух. В выходное отверстие через гибкую трубку внутренним диаметром 33 мм с жестким оконечным насадком 3 выливается в емкость 4 вытесняемая воздухом вода. Емкость 4 расположена на подставке, неподвижно стоящей на горизонтальном основании 5. В комплект стендад входят 2 емкости по позиции 4 – технологическая для сбираания воды в переходных режимах и контрольная для сбираания воды непосредственно при измерениях. На подставке имеется штанга 6, на которой неподвижно относительно подставки и, следовательно, относительно основания 5 закреплен насадок 3. Резервуар 1 расположен на специальной подставке, позволяющей менять высоту положения резервуара относительно основания 5. Высота положения резервуара изменяется вращением круговой рукоятки 7, придающей поступательное движение микрометрическому винту 8.

К входному патрубку 2 через гибкую трубку внутренним диаметром 10 мм крепится специальный насадок - цилиндрический стакан 9. В верхней части стакан имеет дно, через которое проходит патрубок 10 с внутренним диаметром не менее 10 мм для выхода воздуха из стакана. Нижняя часть стакана 9 не имеет дна и через нее в стакан поступает воздух. В боковой стенке стакана 9 выше нижнего края патрубка 10 имеется отверстие диаметром 2 мм и охватывающий его штуцер 11, через который микроманометром можно измерять давление в стакане. Стакан имеет внешний диаметр  $(50 \pm 1)$  мм, пригодный для закрепления в насадке аппарата LPiR-3e (рисунок 4 РЭ) на месте испытываемого образца материала.

Перед заполнением резервуара 1 водой резервуар установить в крайнее нижнее положение и затем поднять на высоту немного большую, чем планируемое максимальное давление воздуха в  $\text{мм H}_2\text{O}$  в верхней части резервуара при проведении испытаний.

Резервуар заполнить водой через насадок 3 так, чтобы уровень воды был ниже верхнего края патрубка 2 и был примерно на уровне нижнего края насадка 3. Заполненный водой резервуар опустить в крайнее нижнее положение.

В положение 4 установить технологическую емкость.

После термостабилизации выравниванием температуры воды и температуры в помещении проливной стенд готов к работе.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр и проверку комплектности аппарата провести путём сравнения с п. 1.3 «Комплектность», п. 1.5 «Маркировка» документа «Аппараты для определения газопроницаемости формовочных смесей LPiR-3e. Руководство по эксплуатации. LPiR-3e-001РЭ» (далее - РЭ).

Результаты проверки считать положительными, если:

- аппарат укомплектован в соответствии с п. 1.3 РЭ и при этом номера на колпачках-насадках с контрольными соплами совпадают с серийным номером аппарата;
- аппарат и комплектующие не имеют видимых повреждений, вмятин, трещин, искажений формы;
- маркировка соответствует п.1.5 РЭ.

### 6.2 Опробование

6.2.1 Включить прибор. Кнопка выключателя питания при этом начнет подсвечиваться красным светом изнутри. На дисплее должна последовательно отобразиться следующая информация:

- идентификация производителя -

MULTISERW-MOREK

- идентификационное обозначение, номер версии программного обеспечения, серийный номер аппарата -

LpiR-2e  
V 3.08 s/n: 6779

- название аппарата, дата, время, если все внутренние тесты аппарата прошли успешно, -

LpiR-3e  
8-04-14 17:37

На панели управления должна светиться индикатор «Питание».

Результаты проверки считать положительными, если:

- вышеуказанная информация отображается полностью;
- прибор не показал на дисплее ошибки прохождения внутренних тестов;
- светится индикатор «Питание»;
- светится кнопка выключателя питания;
- серийный номер аппарата, показанный на дисплее, такой же, как на маркировочной надписи на корпусе аппарата;
- наименование программного обеспечения «LpiR-2e»;
- номер версии программного обеспечения 3.08.

6.2.2 Оставить аппарат включенным не менее чем на 20 минут для прогрева.

6.2.3 Снять с газораспределительного устройства защитный колпачок. Установить «крутило» в нейтральное положение – риска. Нажать кнопку «Тест».

На дисплее должна отобразиться информация о давлении «перед соплом» в мм H<sub>2</sub>O и в Па, а также процент отклонения от номинального значения 100 мм H<sub>2</sub>O:

Pz: 102.4 ммH<sub>2</sub>O  
(+ 2.4%) 1004. Па

Оставить аппарат в таком режиме не менее чем на 10 минут для прогрева

Результаты проверки считать положительными, если после стабилизации показаний отклонение показаний давления от номинального значения не более 10 %.

#### 6.2.4 Перевести аппарат в режим ожидания нажатием кнопки «Выкл».

Результаты проверки считать положительными, если аппарат перейдет в режим ожидания, отключится насос аппарата (проверяется на слух) и на дисплее отобразится название аппарата, дата, время:

LpiR-3e  
8-04-14 17:37

6.2.5 Поворотом «крутила» газораспределительного устройства установить в аппарате активным внутреннее сопло «0,5» - малая «точка». Установить на газораспределительное устройство колпачок с контрольным соплом «0.5» из комплекта аппарата и закрепить его поворотом рычага на правой боковой панели аппарата. Нажать кнопку «Тест».

Результаты проверки считать положительными в соответствии с теми же условиями, что и в пункте 6.2.3.

6.2.6 Нажать кнопку «о0.5». При этом аппарат перейдет в режим измерения. На дисплее отобразится информация об установленном сопле, единицы измерения коэффициента газопроницаемости (производитель устанавливает исходно  $\text{m}^2/(10^8 \text{ Па}\cdot\text{с})$ ) и значение коэффициента газопроницаемости:

о0.5 ( $\text{m}^2/10^8 \text{ Па}\cdot\text{с}$ )  
24.5

Результаты проверки считать положительными, если после стабилизации показаний отображаемое среднее значение коэффициента газопроницаемости отличается от указанного на колпачке (24.3, если производителем не указано другое значение) не более чем на 5 %.

Примечание. Формулу (2) РЭ в данной операции не применять.

6.2.7 Перевести аппарат в режим ожидания нажатием кнопки «Выкл» и затем произвести проверку для колпачка с контрольным соплом «1.5» такую же, как в п.п. 6.2.5 и 6.2.6. По окончании проверки перевести аппарат в режим ожидания нажатием кнопки «Выкл». При этом внутреннее сопло «1.5» соответствует положению «крутила» «большая точка», а коэффициент на колпачке 228, если производителем не указано другое значение.

6.2.8 Выключить аппарат, отключить его от электросети, установить на газораспределительное устройство защитный колпачок, уложить комплектующие в футляр для комплектующих.

### 6.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений

6.3.1 Измерить атмосферное давление и температуру воздуха в помещении. Взвесить контрольную емкость, предназначенную для положения 4 проливного стенда. К штуцеру 11 насадка 9 проливного стенда подсоединить через гибкую трубку дифференциальный микроманометр для измерения избыточного относительно атмосферного давления в стакане 9.

6.3.2 Провести измерения для сопла «0.5» аппарата в следующей последовательности.

6.3.2.1 Установить крутилом газораспределительного устройства аппарата внутреннее сопло «0.5».

6.3.2.2 Установить в газораспределительное устройство аппарата насадку для образцов (рисунок 4 РЭ) и в нее на место для испытываемых образцов цилиндрический насадок 9 проливного стенда. Уплотнить соединение насадки с газораспределительным устройством рычагом на боковой панели аппарата. Уплотнить соединение между насадкой стенда и насадки аппарата с помощью напорной груши насадки и зафиксировать его вентилем около напорной груши.

6.3.2.3 Включить аппарат. Оставить аппарат включенным для прогрева на 20 минут. Нажать кнопку «Тест» аппарата. Оставить аппарат включенным в режиме ТЕСТ для прогрева на 10 минут. На дисплее должна отобразиться информация о давлении «перед соплом» в мм  $\text{H}_2\text{O}$  и в Па, а также процент отклонения от номинального значения 100 мм  $\text{H}_2\text{O}$ :

Pz: 102.4 ммH2O

(+ 2.4%) 1004. Па

Дождаться стабилизации показаний давления «перед соплом».

Результаты проверки считать положительными, если после стабилизации показаний отклонение показаний давления от номинального значения не более 10 %.

6.3.2.4 Нажать кнопку «0.5» аппарата. На дисплее отобразится информация об установленном сопле, единицы измерения коэффициента газопроницаемости (производитель устанавливает исходно  $m^2/(10^8 \text{ Па}\cdot\text{с})$ ) и значение коэффициента газопроницаемости:

00,5 [  $m^2/10^8 \text{ Па}\cdot\text{с}$  ]

71.3

В этом состоянии вместо коэффициента газопроницаемости отобразится «<МИН>», означающее, что расход газа менее нижнего предела измерений аппарата. Далее при увеличении расхода вместо «<МИН>» появится измеренное значение коэффициента газопроницаемости.

Начать поднимать резервуар 1 проливного стенда до установления давления в насадке 9 равного  $(51 \pm 2)$  мм H<sub>2</sub>O или  $(500 \pm 20)$  Па.

Продолжая подъем резервуара 1 так, чтобы отображаемый аппаратом коэффициент расхода поддерживался примерно постоянным в пределах 2-5 %, заменить технологический сосуд 4 проливного стенда на контрольный и одновременно включить секундомер. Начать запись показываемых аппаратом значений коэффициента расхода и показаний измеряемых микроманометром давлений в насадке 9 проливного стенда через равные промежутки времени. Удобный оператору промежуток времени выбирают из интервала 2-7 секунд. По истечении не менее 100 секунд заменить контрольный сосуд 4 проливного стенда на технологический и одновременно остановить секундомер. Прекратить запись показаний.

Опустить в крайнее нижнее положение резервуар 1 проливного стенда. Нажать на аппарате кнопку «Выкл». Выключить аппарат.

Записать время, измеренное секундомером. Взвесить контрольный сосуд с водой и, вычитая из полученного значения вес пустого сосуда, определить количество воды в сосуде.

6.3.2.5 В соответствии с приведенными ниже формулами вычислить среднее арифметическое  $\langle K_A \rangle$  и стандартное отклонение среднего  $s\langle K_A \rangle$  зафиксированных значений коэффициента расхода, показанных аппаратом, среднее арифметическое  $\langle p \rangle$  показанных микроманометром давлений, средний коэффициент газопроницаемости, определенный с помощью проливного стенда  $\langle K_3 \rangle$  за время  $t$ , температурную поправку  $k_{tP}$ .

$$\begin{aligned}\langle K_A \rangle &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{A,i}; & s\langle K_A \rangle &= \sqrt{\frac{1}{(n-1)\cdot n} \sum_{i=1}^n (K_{A,i} - \langle K_A \rangle)^2}; \\ \langle p \rangle &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i; \\ \langle K_3 \rangle &= \frac{m \cdot h}{1000 \cdot \tau \cdot \langle p \rangle \cdot s} \approx 0,02546 \frac{m}{\tau \cdot \langle p \rangle}. \\ k_{tP} &= \sqrt{\frac{760 \cdot (273+t)}{294 \cdot p}} = k_g \sqrt{\frac{(273+t)}{p}} \approx 1,608 \sqrt{\frac{(273+t)}{p}},\end{aligned}$$

где  $n$  – число отсчетов;

$K_{A,i}$  – показания аппарата в единицах  $10^{-8} \cdot m^2/(\text{Па}\cdot\text{с})$ ;

$p_i$  – показания микроманометра в Па;

$m$  – масса вытесненной воды в кг;

$t$  – время измерения в с;

$h$  – высота образцов испытываемых материалов в м;

$s$  – площадь сечения образцов испытываемых материалов в м<sup>2</sup>;

$k_{tP}$  – поправка на температуру и атмосферное давление;

760 – атмосферное давление условий градуировки аппарата в мм рт.ст.;

294 – температура воздуха условий градуировки аппарата в градусах Кельвина;

$t$  – температура воздуха при измерении в °C;

P – атмосферное давление при измерении в мм рт.ст.

Если  $s\langle K_A \rangle > 0,1 + 0,01 \cdot \langle K_A \rangle$ , то результат измерения не засчитывать и операции по п. 6.3.2.3-6.3.2.5 повторить (0,1 – цена деления аппарата).

6.3.2.6 Вычислить отношение  $f = \frac{k_{tP} \cdot \langle K_A \rangle}{\langle K_3 \rangle}$ .

Результаты проверки считать положительными и перейти к п.6.3.2.8, если  $|f - 1| \leq \delta$  при  $\delta = 0,05$ . Если  $|f - 1| > \delta$  при  $\delta = 0,05$ , то выполнить п.6.3.2.7.

6.3.2.7 Операции по п.п. 6.3.2.3 - 6.3.2.5 повторить еще два раза и вычислить среднее арифметическое  $\langle f \rangle = (f_1 + f_2 + f_3)/3$ , где  $f_1$  значение  $f$  по п. 6.3.2.6,  $f_2$  и  $f_3$  значения  $f$ , вычисленные по формуле  $f = \frac{k_{tP} \cdot \langle K_A \rangle}{\langle K_3 \rangle}$  при втором и третьем повторении. При необходимости в резервуар 1 проливного стенда перед очередным измерением доливать воду из технологического резервуара 4 стенда и резервуаров, терmostатированных вместе с проливным стеном.

Результаты проверки считать положительными, если  $|\langle f \rangle - 1| \leq \delta$  при  $\delta = 0,05$ . Если указанное условие не выполнено, то результаты проверки считать отрицательными.

6.3.2.8 Повторить операции и оценку результатов проверки по п.п. 6.3.2.2 - 6.3.2.7 для коэффициентов газопроницаемости 15 и  $80 \text{ m}^2/(10^8 \text{ Pa} \cdot \text{с})$  со значением  $\delta = 0,05$ , для коэффициента газопроницаемости  $10 \text{ m}^2/(10^8 \text{ Pa} \cdot \text{с})$  со значением  $\delta = 0,1$  и для коэффициента газопроницаемости  $5 \text{ m}^2/(10^8 \text{ Pa} \cdot \text{с})$  со значением  $\delta = 0,2$ .

6.3.3 Провести измерения и оценку результатов проверки для сопла «1.5» в той же последовательности, что и в п. 6.3.2 в контрольной точке при давлении 500 Па и в контрольных точках коэффициента газопроницаемости 90 и  $700 \text{ m}^2/(10^8 \text{ Pa} \cdot \text{с})$  со значением  $\delta = 0,05$ ; в контрольных точках коэффициента газопроницаемости 70 и  $1700 \text{ m}^2/(10^8 \text{ Pa} \cdot \text{с})$  со значением  $\delta = 0,1$ ; в контрольной точке коэффициента газопроницаемости  $4000 \text{ m}^2/(10^8 \text{ Pa} \cdot \text{с})$  со значением  $\delta = 0,2$  с учетом поправки по п. 6.3.2.7, если в п. 6.3.2.7 была установлена поправка.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке по установленной форме ПР 50.2.006-94.

Если имеются поправки к показаниям аппарата, то они указываются на оборотной стороне свидетельства о поверке.

7.2 При отрицательном результате поверки выдается извещение о непригодности с указанием причины забракования согласно ПР 50.2.006-94

Начальник лаборатории 330 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.А. Пивоваров

Старший научный сотрудник ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.Н. Денисов