

# О СОРБЦИИ ВОДЯНОГО ПАРА СОВРЕМЕННЫМИ МИНЕРАЛОВАТНЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ

## ПРОИЗВОДСТВА URSA

П. П. Пастушков, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, НИИСФ РААСН, НИИ механики МГУ

Во многих случаях сорбция водяного пара из окружающего воздуха является основным механизмом увлажнения материала в ограждающей конструкции. Поэтому эта характеристика так важна для теплоизоляционных материалов – от нее в том числе зависит теплопроводность в эксплуатационных условиях [1–3]. В статье описаны результаты исследований сорбционной влажности изделий из минеральной (стеклянной) ваты современного производства ООО «УРСА Евразия», а также проведено сравнение с полученными ранее результатами [4] для материалов того же производителя.

### Результаты исследований сорбционной влажности материалами URSA

В работе 2007 года [4] были исследованы материалы плит URSA из стеклянной ваты марок П-15, П-30, П-45 с соответствующими плотностями. Вместе с ними в [4] по методике ГОСТ 24816 «Материалы строительные. Метод определения равновесной сорбционной влажности» были проведены исследования компонентов, из которых состоят эти изделия, стекловолокна и связующего.

При подготовке настоящей статьи в лаборатории строительной теплофизики НИИСФ РААСН были проведены исследования на материалах изделий из стеклянного волокна современного производства шести марок: URSA 36 PN (плотностью 15 кг/м<sup>3</sup>), URSA 37 PN (аналог марки П-15 плотностью 16 кг/м<sup>3</sup>), URSA 35 QN (плотностью 20 кг/м<sup>3</sup>), URSA 34 PN (плотностью 21 кг/м<sup>3</sup>), URSA 32 PN (аналог марки П-30 плотностью 26 кг/м<sup>3</sup>) и URSA 30 PN (плотностью 75 кг/м<sup>3</sup>) – рис. 1. Методика испытаний описана в [5].

Полученные изотермы сорбции всех исследованных марок, так же как и при ранее проведенных испытаниях [4], оказались близки между собой. Существенно различалась только максимальная сорбционная влажность (при относительной влажности воздуха 97 %): от 1,69 % для марки URSA 32 PN до 2,1 % для марки URSA 35 QN. Зависимости между сорбционной влажностью и плотностью изделий установлено не было, при этом для марок с заявленным одинаковым содержанием связующего и близкими плотностями (36 PN и 37 PN, 34 PN и 35 QN) были получены практически одинаковые изотермы сорбции, что говорит о значимости этой характеристики для сорбционной влажности.

#### #терминология

*Сорбция – процесс поглощения водяного пара материалом из окружающей среды, который приводит к равновесному влажностному состоянию материала с окружающей средой*

В таблице представлены полученные ранее в [4] результаты для марки П-15, отдельно для стеклянного волокна и для фенолформальдегидного связующего, а также результаты, полученные для современного аналога этой марки – URSA 37 PN. Как видно (табл.), при современных исследованиях для аналогичной марки получены значения сорбционной влажности примерно в 2 раза ниже значений при испытаниях 2007 года за исключением значения сорбционной влажности при 40 %-ной относительной влажности воздуха, которое отличается на порядок от ранее зафиксированных значений. Скорее всего, такое расхождение при относительной влажности воздуха 40 % связано с неизбежной неточностью, обусловленной малой массой навесок для марок с низкой плотностью, а также минимальным изменением массы, особенно в процессе испытаний.

Если массовая доля связующего в материале составляет  $p$ , кг/кг, то формулу для расчета сорбционной влажности изделия по известным сорбционным влажностям его компонентов – связующего и волокна – можно записать в виде:

**Таблица** Результаты определения сорбции водяного пара материалов URSA

Материал	Сорбционная влажность, %, по массе, при температуре 20±2 °С и относительной влажности воздуха, %				
	40	60	80	90	97
Фенолформальдегидное связующее	4,01	7,81	19,20	34,70	46,20
Стеклянная вата (без связующего)	0,08	0,12	0,29	0,78	1,02
Плиты марки URSA П-15	0,31	0,44	0,87	2,28	3,78
Плиты марки URSA 37 PN	0,03	0,21	0,57	1,20	1,80



Рис. 1. Процесс экспериментального определения сорбционной влажности эксикаторным методом и бюксы с образцами минераловатных изделий в эксикаторе

$$w_{св} = w_{в} \cdot (1 - p) + w_{с} \cdot p,$$

где  $w_{в}$  – сорбционная влажность волокна, %;  $w_{с}$  – сорбционная влажность связующего, %;  $w_{св}$  – сорбционная влажность изделия, кг/кг.

По данной формуле возможно с помощью расчетов получать изотерму сорбции минеральной ваты, если известны изотермы сорбции волокна и связующего, а также массовая доля связующего в материале. Для исследованных марок изделий содержание синтетического связующего варьируется от 5 до 8 % по массе, а в среднем составляет 6 %, т.е. значение  $p$  приблизительно составляет 0,06.

В работе [4] была введена осредненная изотерма сорбции для исследованных марок. Для сравнения полученных результатов на современных марках на рис. 2 представлена построенная подобным образом осредненная изотерма, а также изотерма, полученная с помощью расчетов по формуле при  $p = 0,06$ .

### Анализ полученных результатов

Проведенные экспериментальные исследования на материалах изделий URSA из минерального (стеклянного) волокна современного производства подтвердили снижение сорбционной влажности по сравнению с результатами исследований материалов этого же производителя, проведенных

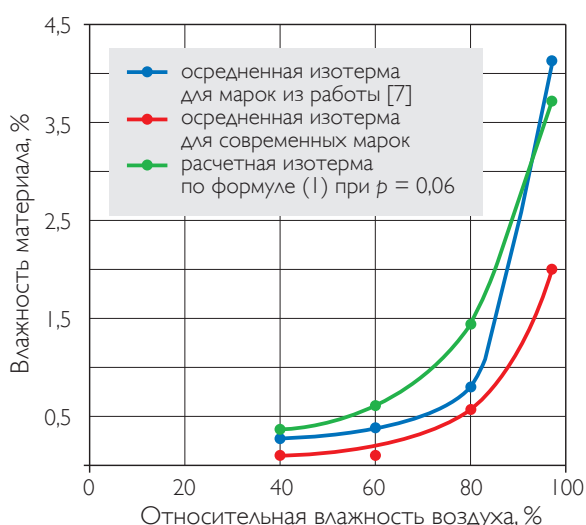


Рис. 2. Изотермы сорбции, осредненные по результатам исследований в разные годы

более 10 лет назад, как на полностью аналогичных марках, так и по средним значениям. Такой результат на практике может потенциально говорить о понижении эксплуатационной влажности для современных изделий, т.к. сорбция водяного пара является одним из основных механизмов увлажнения теплоизоляционных материалов в составе ограждающих конструкций зданий. Это, в свою очередь, сказывается на улучшении теплотехнических свойств (снижении эксплуатационной теплопроводности) исследованных марок [6]. Полученные изотермы сорбции всех исследованных марок оказались близки между собой, существенно различалась в зависимости от марки только максимальная сорбционная влажность. Зависимости между сорбционной влажностью и плотностью изделия не установлено. Построенная осредненная изотерма сорбции минераловатных изделий URSA может использоваться, например, при расчетах нестационарного влажностного режима ограждающих конструкций зданий по методике ГОСТ 32494 [7].

### Литература

1. Пастушков П. П. О проблемах определения теплопроводности строительных материалов // Строительные материалы. 2019. № 4. С. 57–63.
2. Куприянов В. Н., Юзмухаметов А. М., Сафин И. Ш. Влияние влаги на теплопроводность стеновых материалов. Состояние вопроса // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (39). С. 102–110.
3. Киселев И. Я. Влияние равновесной сорбционной влажности строительных материалов на сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий // Жилищное строительство. 2013. № 6. С. 40.
4. Гагарин В. Г., Мехнецов И. А., Ивакина Ю. Ю. Сорбция водяного пара материалами теплоизоляционных плит производства ООО «УРСА ЕВРАЗИЯ» // Строительные материалы. 2007. № 10. С. 41–50.
5. Гагарин В. Г., Пастушков П. П. Сорбция водяного пара материалами минераловатных изделий современного производства // Строительные материалы. 2019. № 6. С. 40–43.
6. Киселев И. Я. Повышение точности определения теплотехнических свойств теплоизоляционных строительных материалов с учетом их структуры и особенностей эксплуатационных воздействий. Диссертация доктора техн. наук. М., 2006.
7. Гагарин В. Г., Пастушков П. П. Определение расчетной влажности строительных материалов // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 8. С. 28–33. ■