

В.И. ЗУБЦОВ, доктор техн. наук, профессор
Л.М. ПАРФЕНОВА, канд. техн. наук
Е.А. ТРОМБИЦКИЙ, ассистент
(Полоцкий Государственный университет)
Новополоцк, Белоруссия

Оценка качества изготовления изделий из деформируемых материалов с использованием ультразвука

Способ контроля кинетики пропитки жидкостью пористого материала позволяет с высокой информативностью определять скорость сорбции влаги материалами, а по кинетике пропитки материалов делать оценку качества изготовления изделий из них. Приведены схема ультразвукового преобразователя контроля кинетики пропитки и описание принципа его работы.

Ключевые слова: прочность, ультразвук, кинетика, деформация, преобразователь.

V.I. ZUBTISOV, Doctor of Tech. Sciences, Professor
L.M. PARFENOVA, Cand. of Tech. Sciences
E.A. TROMBITSKY, Assistant
(Polotsk State University)
Novopolotsk, Belarus

Evaluation of the quality of manufacturing products from deformable materials using ultrasound

The method of controlling the kinetics of impregnation of a porous material with a liquid allows one to determine the kinetics of moisture sorption by materials with high information content, and to assess the quality of manufacturing products from deformable materials by kinetics. A diagram of an ultrasonic transducer for monitoring the kinetics of impregnation and a description of the principle of its operation are presented.

Keywords: strength, tension, elasticity, viscosity, hygroscopicity.

DOI: 10.25791/pribor.05.2020.1175

Надежность изделий различных областей науки и техники определяется показателями качества конструкционных материалов и несущих элементов конструкций, а ее увеличение снижает эксплуатационные затраты и экономит сырьевые и топливно-энергетические ресурсы, что в настоящее время для промышленных предприятий входит в число первостепенных задач. Прогнозирование надежности с целью уменьшения затрат тесно связано с оценкой прочностных характеристик деформируемых материалов (металлов, сплавов, бетонов, армированных бетонов полимеров и др.). В значительной мере эти проблемы могут быть решены применением неразрушающих методов и устройств для инженерной оценки прочности деформируемых материалов, изделий из них, элементов конструкций и самих конструкций.

Под инженерной оценкой прочности деформируемых материалов будем подразумевать механическую прочность, то есть предельную способность материала сопротивляться пластической деформации при воздействии внешних механических нагрузок [1].

Наличие пор, трещин, микротрещин и других дефектов снижает прочность материалов. Определение гигроскопичности позволяет оценить связанную с этим потерю прочности. Кроме того, при подготовке конструкционных материалов к оценке всех технологических свойств нужно учитывать зависимость их

от влажности (содержание свободной влаги, выраженное в процентах к его массе).

Многие материалы характеризуются гигроскопичностью, т.е. способностью увлажняться в среде влажного воздуха. Влага первоначально накапливается в поверхностном слое, а затем располагается в объеме материала в результате диффузии. Например, в полимерах влага оказывает влияние на их физико-механические свойства, а если учесть, что некоторые полимеры получают из окружающей среды значительное количество влаги, то понятно, что это влияние становится заметным. Поэтому информацию о гигроскопичности материалов и изделий из них можно использовать при оценке прочностных и технологических свойств.

Влагосодержание, например, полимеров можно определить по кривым кинетики сорбции [2], т.е. по изменению влажности B во времени t . На рисунке 1 приведены кривые кинетики сорбции влаги полимеров ПА.

При длительном пребывании полимера на воздухе влажность достигает равновесного значения, когда скорости сорбции и десорбции равны.

Например, кривые кинетики сорбции влаги позволяют определить конечную влажность B_k , которую достигает конкретный полимер с начальной влажностью B_n , пребывая на воздухе, за определенный период времени Δt .

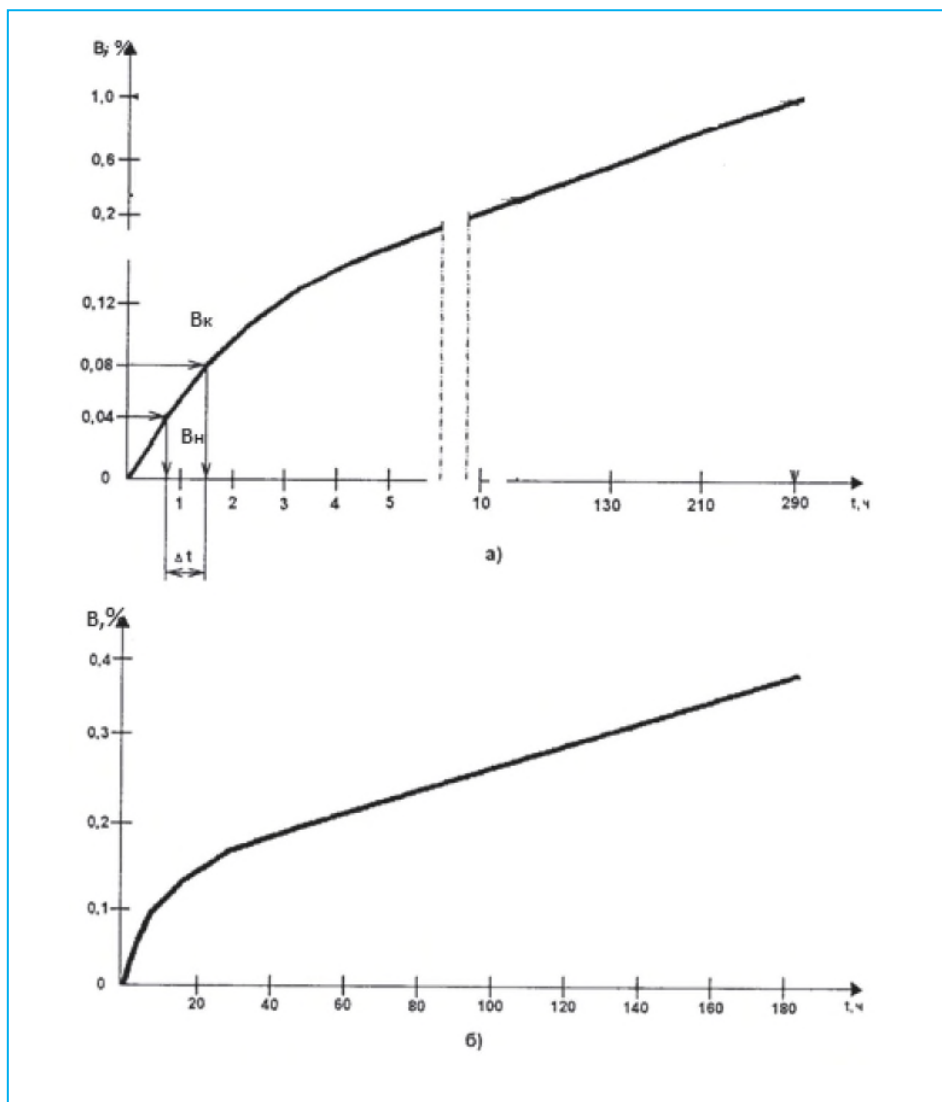


Рис. 1. Кривые кинетики сорбции влаги для полимеров при атмосферной влажности воздуха 60 % и температуре 292...296 К: а) ПА – 12; б) ПА – 610

Из кривых видно, что процесс увлажнения на воздухе является длительным, а это является недостатком.

Определять гигроскопичность полимеров и других материалов позволяет способ контроля кинетики пропитки жидкостью гигроскопичных материалов, основанный на измерении скорости проникновения жидкости в материал [3].

Скорость проникновения жидкости в материал измеряется с помощью ультразвуковых колебаний и равна: $v = \frac{h}{\tau}$, где h – высота образца полимера; τ – временной интервал между началом и окончанием проникновения жидкости в гигроскопический материал.

Образец материала вводят в контакт с водой, которая будет проникать в него до момента достижения равновесного значения влажности, определяющего момент окончания проникновения воды в материал.

Предложенный ультразвуковой способ оценки гигроскопичности материалов основан на эффекте Доплера, согласно которому при прохождении упругих

волн через движущуюся область частота их колебаний изменяется.

Фиксируя моменты начала и окончания изменения частоты принимаемых ультразвуковых колебаний, по разности этих частот определяют время сорбции влаги для образца материала определенной длины. С учетом измеренного времени определяют скорость сорбции влаги образцом.

На рисунке 2 приведена схема ультразвукового преобразователя, реализующего данный способ [3].

Преобразователь содержит генератор синусоидальных колебаний, излучатель, образец данного материала, приемник ультразвуковых колебаний и частотомер. Способ контроля скорости проникновения жидкости в материал осуществляется следующим образом.

Нижнюю торцевую поверхность контролируемого образца вводят в контакт с водой 3. Затем с помощью генератора 1 возбуждают излучатель 2, расположенный на нижней торцевой поверхности, который создает в контролируемом

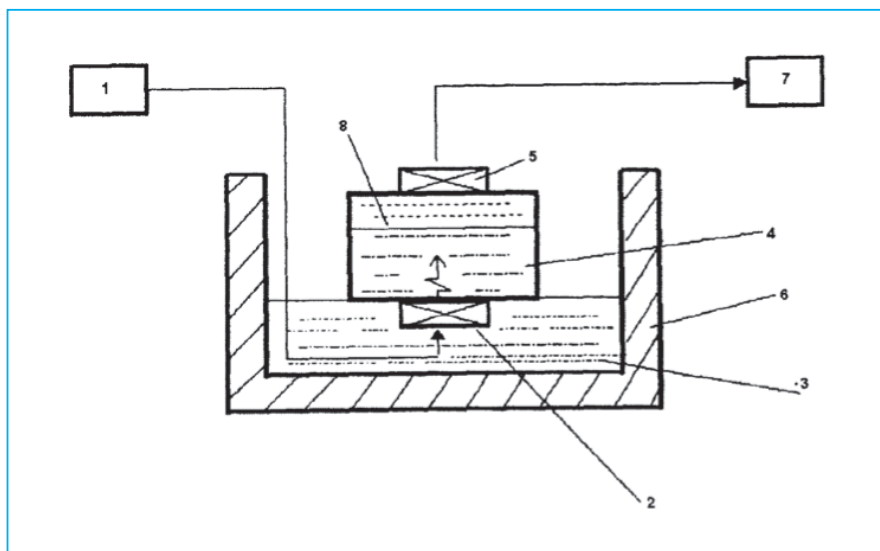


Рис. 2. Схема ультразвукового преобразователя контроля кинетики пропитки.
 1 – звуковой генератор; 2 – излучатель; 3 – пропитываемая жидкость;
 4 – образец контролируемого материала; 5 – приемник; 6 – ванна для жидкости;
 7 – частотомер; 8 – граница, между влажной и сухой частями материала

образце 4 упругие колебания заданной частоты в направлении сорбции влаги. Эти колебания принимаются приемником 5. Частота принимаемых упругих колебаний измеряется частотомером 7. Движущаяся граница 8 сорбируемой влаги под воздействием проникновения ее с нижнего торца образца будет изменять частоту принимаемых частотомером ультразвуковых колебаний в соответствии с эффектом Доплера.

Временной интервал измеряют между началом изменения частоты (момент проникновения влаги в образец) и окончанием (момент окончания проникновения влаги в образец).

Способ позволяет с высокой информативностью контролировать кинетику сорбции влаги материалами, а по кинетике – делать оценку их гигроскопичности. Способ может быть использован как в научных целях, связанных с определением значения гигроскопичности как физической величины, так и в практических – для оценки потери прочности, связанной с наличием пор, трещин, микротрещин и других дефектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zubtsov V.I. *Control of the physical properties of material using piezoelectrics*. Saarbrücken: LAP LAMPERT Academic Publishing. 2013. 262 p.
2. Калинин Э.Л. и др. *Свойства и переработка термопластов*. Л.: Химия, 1983.
3. А.С. 1486910 СССР. Способ контроля кинетики пропитки жидкостью пористого материала // *Изобретения*. 1989. № 22.

REFERENCES

1. Zubtsov V.I. *Control of the physical properties of material using piezoelectrics*. Saarbrücken: LAP LAMPERT Academic Publishing. 2013. 262 p.
2. Kalinchev E.L. i dr. *Svoystva i pererabotka termoplastov* [Properties and processing of thermoplastics]. L.: Chemistry, 1983.
3. A.S. 1486910 SSSR. Sposob kontrolya kinetiki propitki zhidkostyu poristogo materiala [A.S. 1486910 USSR. A method for controlling the kinetics of impregnation of a porous material with a liquid]. *Izobreteniya* [Inventions]. 1989. № 22.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- *Зубцов Владимир Иванович*,
доктор техн. наук, профессор кафедры
строительного производства
- *Парфенова Людмила Михайловна*,
канд. техн. наук, заведующая кафедрой
строительного производства
- *Тромбицкий Егор Александрович*,
ассистент кафедры строительного производства
Полоцкий Государственный университет
211440, г. Новополоцк, Белоруссия, ул. Блохина, 29

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

- *Zubtsov Vladimir Ivanovich*,
Doctor of Tech. Sciences, Professor of the Department of
Construction Production
- *Parfenova Lyudmila Mikhaylovna*,
Cand. of Tech. Sciences, Head of the Department of
Construction Production
- *Trombitskiy Yegor Aleksandrovich*,
Assistant of the Department of Construction Production
Polotsk State University
211440, Novopolotsk, Belarus, st. Blokhina, 29