

Жежера Николай Илларионович

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПУЗЫРЬКОВ ГАЗА НА СРЕЗЕ БАРБОТАЖНОЙ ТРУБКИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ИЗДЕЛИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ПУЗЫРЬКОВЫМ КАМЕРНЫМ СПОСОБОМ

Установлено аналитическое выражение для определения потери давления на формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки при испытаниях изделий на герметичность пузырьковым камерным способом. Это выражение позволяет выбирать необходимый диаметр барботажной трубки в зависимости от заданного значения потерь давления на ней, которые характеризует начало появления газовых пузырьков в жидкости пузырьковой камеры при испытаниях изделий на герметичность.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/7/11.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 7 (62). С. 44-48. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/7/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

5. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Влияние касательных и капиллярных напряжений на движение и диаметр жидкостного поршня горизонтальной трубки устройств испытаний изделий на герметичность // Законодательная и прикладная метрология. М., 2006. № 4. С. 49-52.
6. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Испытание изделий на герметичность жидкостью с использованием пузырьковой камеры при неравных давлениях контрольного газа и жидкости // Законодательная и прикладная метрология. М., 2006. № 1. С. 62-64.
7. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Испытания с вибрацией изделий на герметичность жидкостью устройством с горизонтальной трубкой // Законодательная и прикладная метрология. М., 2007. № 3. С. 82-84.
8. Жежера Н. И., Куленко Е. С. Влияние объема эталонной емкости на погрешность измерений утечек газа из изделия, испытываемого на герметичность с использованием пузырьковой камеры // Законодательная и прикладная метрология. М., 2003. № 1. С. 26-28.
9. Жежера Н. И., Самойлов Н. Г. Теоретические положения к устройству измерения динамической составляющей расхода газа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 4 (39). С. 47-50.
10. Патент на изобретение № 2297609 РФ. Способ испытания изделий на герметичность. Авторы изобретения Н. И. Жежера, Д. Р. Абубакиров. Приоритет от 17.11.2005. Опубл. 20.04.2007. Бюлл. № 11.
11. Патент на изобретение № 2308691 РФ. Способ испытания цельных или с неподвижными соединениями изделий на герметичность. Авторы изобретения Н. И. Жежера, Д. Р. Абубакиров. Приоритет от 26.04.2006. Опубл. 20.10.2007. Бюлл. № 29.

УДК 681.5:620.165.29.008.6

Технические науки

Установлено аналитическое выражение для определения потери давления на формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки при испытаниях изделий на герметичность пузырьковым камерным способом. Это выражение позволяет выбирать необходимый диаметр барботажной трубки в зависимости от заданного значения потерь давления на ней, которые характеризует начало появления газовых пузырьков в жидкости пузырьковой камеры при испытаниях изделий на герметичность.

Ключевые слова и фразы: изделие; испытание; герметичность; пузырьковая камера; барботажная трубка; потери давления.

Николай Илларионович Жежера, д.т.н., профессор
 Кафедра систем автоматизации производства
 Оренбургский государственный университет
 nik-gegera@rambler.ru

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПУЗЫРЬКОВ ГАЗА НА СРЕЗЕ БАРБОТАЖНОЙ ТРУБКИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ИЗДЕЛИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ПУЗЫРЬКОВЫМ КАМЕРНЫМ СПОСОБОМ[©]

В работах [2; 5; 7, с. 62; 13] рассматривается метод испытаний изделий на герметичность газом с использованием пузырьковой камеры. Схема устройства для испытаний изделий на герметичность газом с использованием пузырьковой камеры приведена на Рисунке 1 и содержит: эталонную емкость 1 необходимого объема [9, с. 26]; изделие 2, испытываемое на герметичность; вентили 3, 4, 8; электрический счетчик пузырьков газа 5 [10, с. 47]; барботажную трубку 6 пузырьковой камеры; пузырьковую камеру 7; источник газа 9; измерительный преобразователь формируемых пузырьков газа 10 в жидкости пузырьковой камеры.

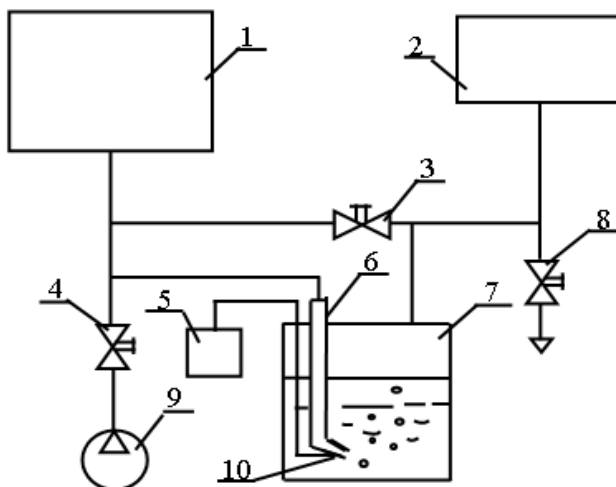


Рис. 1. Схема устройства для испытаний изделий на герметичность газом с использованием пузырьковой камеры

Пузырьковый метод испытаний изделий на герметичность реализуется следующим образом. Закрывают вентиль 8 и открывают вентили 3 и 4. Заполняют одновременно до контрольного значения давления газом эталонную емкость 1, изделие 2 и пузырьковую камеру 7. Закрывают вентиль 4 и прекращают поступление газа от источника 9 в устройство для испытаний изделий на герметичность.

Закрывают вентиль 3, открывают медленно вентиль 8 и наблюдают по счетчику 5 за появлением двух-трех импульсов от прохождения двух-трех пузырьков газа через пузырьковую камеру 7. В результате этих действий происходит принудительное понижения уровня жидкости в барботажной трубке 6 до нижнего среза и существенное снижение времени запаздывания появления пузырьков газа в пузырьковой камере при испытаниях изделия на герметичность.

Закрывают вентиль 8, сбрасывают показания счетчика 5 на ноль, включают секундомер и проводят испытание изделия на герметичность в течение установленного промежутка времени.

О негерметичности изделия, испытываемого на герметичность, судят по объему газа, прошедшего через пузырьковую камеру 7 за установленное время. Этот объем газа определяют по количеству пузырьков газа, формируемых на нижнем срезе барботажной трубки 6, проходящих в жидкости пузырьковой камеры 7 и подсчитываемых счетчиком 5.

Формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки в устройстве испытаний на герметичность изделий зависит от поверхностного натяжения жидкости. Для определения давления, которое необходимо создать внутри барботажной трубки при формировании пузырька газа, преодолевая силы поверхностного натяжения жидкости, можно воспользоваться формулой Лапласа [14]

$$\Delta P_n = 2 \cdot \sigma / R \quad (1)$$

где ΔP_n - потери давления в барботажной трубке на преодоление сил поверхностного натяжения жидкости, Па; σ - поверхностное натяжение жидкости, Н/м; R - внутренний радиус барботажной трубки, м.

Если радиус R выразить через диаметр d , м, барботажной трубки, тогда формула (1) принимает вид

$$\Delta P_n = 4\sigma / d \quad (2)$$

Представление о потере давления на формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки устройства при испытаниях на герметичность изделий получим, рассмотрев затраты работы (энергии) на формирование пузырька газа.

Для упрощения анализа формирования пузырька газа в жидкости использованы данные работ [1; 11], в которых рассмотрены процессы, происходящие при погружении полусферы в жидкость. Правомочность такого допущения подтверждается тем, что, согласно экспериментальным наблюдениям [4, с. 146], пузырек газа формируется на нижнем срезе барботажной трубки как на основании, выдвигается из этого основания и, достигая определенных размеров, отрывается от среза. До отрыва от барботажной трубки пузырек медленно увеличивается вначале как полусфера, а в момент отрыва от трубки мгновенно формируется в виде шарообразного пузырька.

На Рисунке 2 приведена схема постепенного погружения газовой полусферы радиусом R в жидкость.

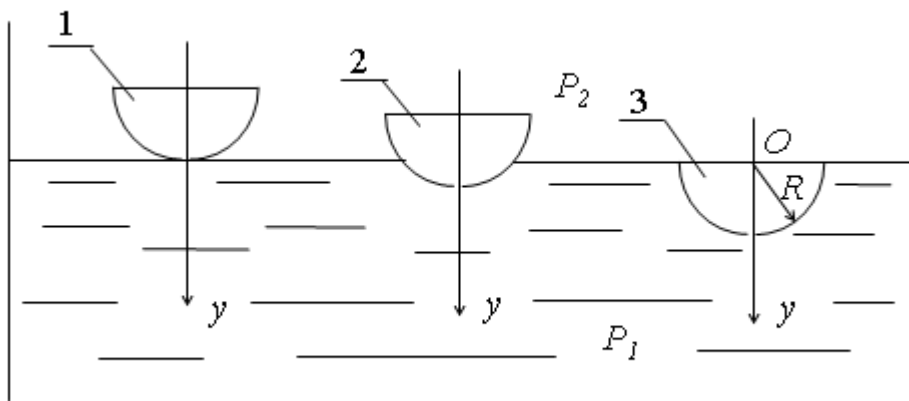


Рис. 2. Схема постепенного погружения газовой полусферы в жидкость

Работа A_1 , Нм, затрачиваемая на перемещение некоторого объема газа из области с давлением P_2 в область с давлением P_1 определяется по формуле [3, с. 90; 11]

$$A_1 = (P_1 - P_2) V_n \quad (3)$$

где P_1, P_2 - давление в жидкости и в газе над жидкостью, Па; V_n - объем полусферы, погружаемой в жидкость, м³.

Объем полусферы радиусом R $V_n = 2/3 \pi R^3$ и соотношение (3) принимает вид

$$A_1 = 2\pi R^3 (P_1 - P_2) / 3 \quad (4)$$

Работа A_2 , Нм, затрачиваемая на преодоление сил поверхностного натяжения жидкости при погружении в нее газовой полусферы составляет [11]

$$A_2 = \sigma \cdot \Delta S \quad (5)$$

где ΔS - изменение площади поверхности сферы, смачиваемой жидкостью, m^2 , при погружении в жидкость, которая определяется по соотношению

$$\Delta S = S_2 - S_1 \quad (6)$$

где S_1 - площадь поверхности по плоскости полусферы, m^2 ,

$$S_1 = \pi R^2 \quad (7)$$

S_2 - боковая площадь поверхности полусферы, погруженной в жидкость, m^2 , определяется по формуле [6, с. 49; 12]

$$S_2 = 2\pi R^2 \quad (8)$$

После совместного решения выражений (5)-(8) получим

$$A_2 = \pi \cdot \sigma \cdot R^2 \quad (9)$$

При погружении газовой полусферы в жидкость затрачивается работа не только на преодоление сил поверхностного натяжения, но и на преодоление выталкивающих сил Архимеда. Если полусфера погружена в жидкость на глубину y (Рисунок 2), тогда объем $V(y)$ части сферы, находящейся в жидкости, определяется по формуле [11]

$$V(y) = \frac{1}{3} \pi y^2 (3R - y) \quad (10)$$

На эту часть сферы действует выталкивающая сила $F(y)$, Н, Архимеда, равная весу вытесняемой жидкости

$$F(y) = \rho \cdot g \cdot V(y) \quad (11)$$

где ρ - плотность жидкости, kg/m^3 ; g - ускорение силы тяжести, m/s^2 .

Если газовую полусферу дополнительно погрузить в жидкость на глубину dy , считая изменение силы $F(y)$ на малом участке dy неизменной, тогда элементарная работа A_3 , Нм, по погружению полусферы составит

$$dA_3 = F(y)dy = \rho g V(y)dy$$

Подставляя в это уравнение (10) и интегрируя в пределах изменения y от 0 до R , получим [5]

$$A_3 = \int_0^R dA_3 = \int_0^R \frac{1}{3} \pi \rho g y^2 (3R - y) dy = \frac{1}{3} \pi \rho g \left[Ry^3 - \frac{y^4}{4} \right]_0^R = \frac{1}{4} \pi \rho g R^4 \quad (12)$$

Считаем, что $A_1 = A_2 + A_3$ и $P_1 - P_2 = \Delta P_{\phi n}$

где $\Delta P_{\phi n}$ - потеря давления, Па, на формирование полусферы пузырька газа на срезе барботажной трубки.

Из уравнений (3), (4), (5) и (12) получим

$$\Delta P_{\phi n} \cdot \frac{2}{3} \pi R^3 = \pi \sigma R^2 + \frac{1}{4} \pi \rho g R^4 \quad \text{или} \quad \Delta P_{\phi n} = \frac{3}{2} \frac{\sigma}{R} + \frac{3}{8} \rho g R \quad (13)$$

При выводе этой формулы принято, что пузырек формируется диаметром, равным диаметру барботажной трубки, то есть $R = d/2$. В этом случае формула (13) принимает вид

$$\Delta P_{\phi n} = 3 \frac{\sigma}{d} + \frac{3}{16} \rho g d \quad (14)$$

где d - диаметр барботажной трубки, м.

По формуле (14) построен график изменения потери давления на формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки в зависимости от ее диаметра, который приведен на Рисунке 3 (кривая 1).

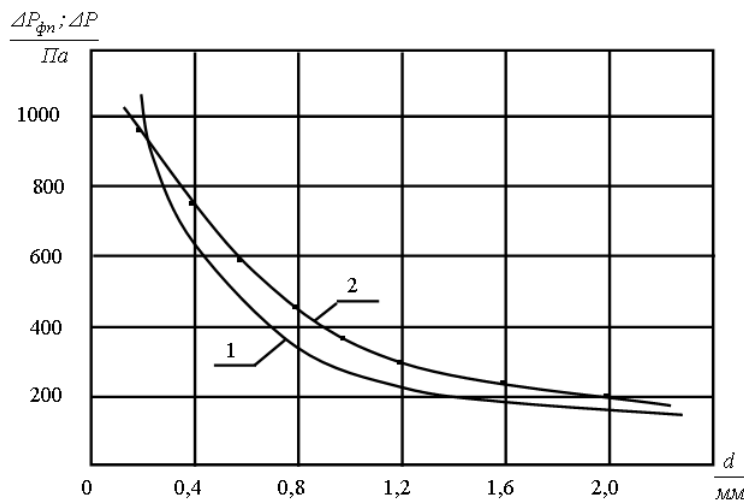


Рис. 3. Изменение потери давления на формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки в зависимости от ее диаметра: 1 - теоретическая кривая; 2 - экспериментальная кривая

Экспериментальные исследования потери давления $\Delta P_{\text{фн}}$ на формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки проводились по схеме, приведенной на Рисунке 4, в зависимости от диаметра отверстия в наконечнике 9, закрепленном на конце барботажной трубки 3. Схема (Рисунок 4) содержит изделие 1, пузырьковую камеру 2 с прозрачной стенкой и частично заполненной жидкостью, эталонную емкость 4, тягонапоромер 10 и вентили 5, 7 и 8.

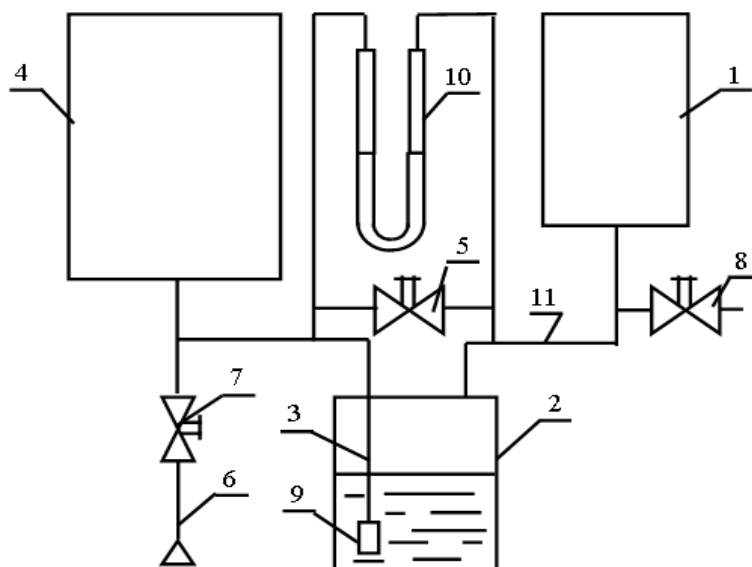


Рис. 4. Схема измерений потери давления при формировании пузырьков газа на срезе барботажной трубки в зависимости от ее диаметра

Исследования проводились с использованием наконечников диаметром 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,4; 1,6 и 2,0 мм в следующей последовательности. Открывают вентили 5 и 7 и все элементы устройства заполняют газом до давления, равного 0,12 МПа, при закрытом вентиле 8. Закрывают вентиль 7, а затем вентиль 5. Разность давления по тягонапоромеру 10 должна быть равной нулю потому, что отсутствуют утечки газа из изделия 1 в атмосферу.

Пузырьки газа на срезе наконечника 9 не появляются. Открывают вентиль 8 и дросселируют часть газа из изделия 1 в атмосферу до появления пузырька газа на выходе наконечника 9. В моменты формирования и отрыва пузырька от наконечника 9 берут отсчеты разности давлений по тягонапоромеру 10.

На Рисунке 3 (кривая 2) приведены результаты экспериментальных исследований перепада давления на срезе барботажной трубки при формировании пузырьков газа. Отличия теоретических потерь давления от экспериментальных связаны, в основном, с тем, что диаметр пузырьков на срезе барботажной трубки [5; 8, с. 82] не равен диаметру трубки. Однако как теоретические, так и экспериментальные данные подтверждают относительно большое значение потери давления на срезе барботажной трубки на формирование пузырьков газа.

Таким образом, установлено аналитическое выражение для определения потери давления на формирование пузырьков газа на срезе барботажной трубки при испытаниях изделий на герметичность пузырьковым камерным способом. Это выражение позволяет выбирать необходимый диаметр барботажной трубки в зависимости от заданного значения потерь давления на ней, который характеризует начало появления газовых пузырьков в жидкости пузырьковой камеры при испытаниях изделий на герметичность.

Список литературы

1. Асламазов Л. Г., Варламов А. А. Удивительная физика. М.: Наука, 1987. 160 с.
2. ГОСТ 24054-80. Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования / введ. 1981-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1987. 18 с.
3. Жежера Н. И. Ввод сигнала по производной от входного давления в предохранительном клапане с серводействием // Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург: ОГУ, 2000. № 3. С. 90-94.
4. Жежера Н. И. Давление рабочей жидкости в щелях с криволинейными стенками регулирующих клапанов систем автоматизации и управления // Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург: ОГУ, 2001. № 1. С. 146-150.
5. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.06. Оренбург: ОГУ, 2004. 441 с.
6. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Влияние касательных и капиллярных напряжений на движение и диаметр жидкостного поршня горизонтальной трубки устройств испытаний изделий на герметичность // Законодательная и прикладная метрология. М., 2006. № 4. С. 49-52.
7. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Испытание изделий на герметичность жидкостью с использованием пузырьковой камеры при неравных давлениях контрольного газа и жидкости // Законодательная и прикладная метрология. М., 2006. № 1. С. 62-64.

8. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Испытания с вибрацией изделий на герметичность жидкостью устройством с горизонтальной трубкой // Законодательная и прикладная метрология. М., 2007. № 3. С. 82-84.
9. Жежера Н. И., Куленко Е. С. Влияние объема эталонной емкости на погрешность измерений утечек газа из изделия, испытываемого на герметичность с использованием пузырьковой камеры // Законодательная и прикладная метрология. М., 2003. № 1. С. 26-28.
10. Жежера Н. И., Самойлов Н. Г. Теоретические положения к устройству измерения динамической составляющей расхода газа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 4 (39). С. 47-50.
11. Майер В. В. Кумулятивный эффект при простых опытах. М.: Наука, 1989. 192 с.
12. Метрология: специальные общетехнические вопросы / гл. ред. Ю. И. Шендлер. М.: ГНТИ нефтяной и горно-топливной литературы, 1962. Кн. первая. 735 с.
13. Патент на изобретение № 2308691 РФ. Способ испытания цельных или с неподвижными соединениями изделий на герметичность. Авторы изобретения Н. И. Жежера, Д. Р. Абубакиров. Приоритет от 26.04.2006. Опубл. 20.10.2007. Бюлл. № 29.
14. Перник А. Д. Проблемы кавитации. Л.: Судостроение, 1966. 486 с.

УДК 33

Экономические науки

Туристическая отрасль сегодня - одно из передовых направлений, которое тесно связано с экономикой, международными отношениями и, конечно, - с развитием ИТ. Статья описывает динамику туристического рынка и факторы его развития. Автор акцентирует внимание на внедрении новых инновационных технологий в туристическую деятельность.

Ключевые слова и фразы: информационные технологии; электронная коммерция; туристический рынок; турпродукт; продвижение; сбытовые каналы; туристическая инфраструктура.

Анна Артемьевна Желватых

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
anna_zhelvatykh@mail.ru*

ДИНАМИКА И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ТУРИСТИЧЕСКОГО РЫНКА РОССИИ[©]

В условиях динамичного развития бизнеса, социально-экономических отношений, постоянных изменений деловой среды конкурентоспособность любой организации на рынке во многом определяется уровнем её информатизации. Важную роль в данном случае играют процессы оперативной и эффективной обработки больших объемов информации, анализа, интеграции, передачи данных и своевременного применения результатов в работе. Сфера туризма сегодня является одной из наиболее информоемких в связи со спецификой предлагаемых услуг. Для нее требуются системы, с помощью которых можно получить сведения о номерном фонде и доступности апартаментов в гостиницах, а также системы с функциями бронирования, заказа транспортных перевозок и экскурсий, прокладки маршрута путешествия, формирования билетов, счетов, обеспечения справочной информацией и так далее. Таким образом, мы видим, что роль ИТ в туристической отрасли довольно высока, ведь от скорости обслуживания, удобства работы в системе, набора реализованных возможностей во многом зависит результат деятельности турфирмы.

В настоящее время важным и перспективным звеном в туристическом бизнесе является *электронная коммерция (e-commerce)* - вид деловой активности, при котором все финансовые и торговые операции совершаются через Интернет. Электронная коммерция позволяет осуществлять продажи, электронные аукционы, сервисное обслуживание, различные маркетинговые мероприятия. Наличие Интернета делает *e-commerce* доступной для фирм любого масштаба и рода деятельности. В туристическом бизнесе электронная коммерция нашла своё применение в электронных туристических офисах, где клиент может приобрести тур, забронировать номера в отеле, оплатить авиа- и жд-билеты, зарезервировать автомобиль напрокат или заказать такси в любой точке земного шара. В основе мотивации пользования интерактивными агентствами на первом месте стоит удобство (78,4%), на втором - отсутствие давления при покупке (66,4%), далее - экономия времени (64,2%) и возможность получить информацию непосредственно от туроператора [2, с. 3-9]. Доступность, оперативность, благоприятное воздействие на потенциального покупателя и расширение географии сбыта являются большими преимуществами электронных туристических магазинов. Таким образом, *e-commerce* снижает нагрузку на менеджеров в офисе, влияет на структуру производства и продаж турпродукта, а в перспективе, возможно, упростит процесс оформления тура.

Другим весомым фактором влияния ИТ на развитие туристического бизнеса является внедрение новых технологий продвижения туристических продуктов и услуг. Это обусловлено тем, что грамотное использование