

Жежера Николай Илларионович

УТЕЧКИ ЖИДКОСТИ ИЗ ВИБРИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ, ИСПЫТЫВАЕМЫХ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/5/18.html

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

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 5 (60). С. 56-60. ISSN 1993-5552.

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

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/5/

© 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

$$\text{а при } t = 10 \text{ с } \frac{dx_{\text{зас}}(t)}{dt} = 0,5 \left[1 - 0,5 - \frac{0,5}{e^{10}} \right] = 0,25 \text{ м/с}$$

Это значение показывает, что скорость движения поворотной заслонки в сторону закрытия, равная 0,25 м/с, в 20 раз меньше, чем скорость движения заслонки на открытие без демпферного устройства, равная 5,0 м/с.

Таким образом, заслонка после возмущения по давлению в факельном трубопроводе перемещается в сторону закрытия значительно медленнее [выражение (8)], чем в сторону открытия [выражение (4)], и скорость движения заслонки в сторону закрытия определяется коэффициентом демпфирования β .

Использование факельной установки с изменяемой скоростью движения поворотной заслонки затвора исключает аварийные ситуации при переработке попутного газа.

Список литературы

1. Жежера Н. И. Ввод сигнала по производной от входного давления в предохранительном клапане с серводействием // Вестник Оренбургского государственного университета. 2000. № 3. С. 90-94.
2. Жежера Н. И. Давление рабочей жидкости в щелях с криволинейными стенками регулирующих клапанов систем автоматизации и управления // Вестник Оренбургского государственного университета. 2001. № 1. С. 146-150.
3. 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.
4. Пат. 2362089. Российская Федерация. МПК F23G7/06. Факельная система / Н. И. Жежера, Г. А. Сайденкова (РФ); заявитель и патентообладатель Оренбург. гос. ун-т. № 2007145260/06; заявл. 05.12.2007; опубл. 20.07.2009; бюлл. № 20. 8 с.

УДК 681.5:620.165.29.008.6(075.8)

Технические науки

Николай Илларионович Жежера
Оренбургский государственный университет

УТЕЧКИ ЖИДКОСТИ ИЗ ВИБРИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ, ИСПЫТЫВАЕМЫХ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ[©]

Многие промышленные изделия в условиях эксплуатации работают под избыточным давлением жидкости, и к изделиям подводится вибрация из внешней среды от разнообразных работающих агрегатов. Поэтому при испытаниях изделий на герметичность жидкостью под избыточным давлением предлагается изделиям в процессе испытаний сообщать дополнительно вибрацию необходимой частоты и амплитуды [3; 4, с. 62; 5, с. 82; 6].

В работе [1] установлены аналитические зависимости для расхода жидкости через отверстие изделия, к которому подводится избыточное давление и изделию сообщается вибрация. Однако в этой работе принята исходная формула расхода жидкости для отверстий в тонкой стенке.

Микрощели изделий, испытываемых на герметичность, например трубопроводов с толщиной стенки до 20-30 мм, имеют относительно большую протяженность по сравнению с условным диаметром микрощелей, которые составляют от 0,05 до 0,10 мм. Эти микрощели можно моделировать тонкими цилиндрическими трубками, расход жидкости через которые определяется по формуле Пуазейля. С другой стороны, полученные в работе [Там же] формулы для определения расхода жидкости через отверстия в тонкой стенке сложны для практического использования потому, что содержат множители, представляющие собой полные эллиптические интегралы первого и второго рода, для которых отсутствуют аналитические выражения.

На Рисунке 1 представлена схема системы, состоящей из изделия 1 с микрощелью 2, заполненной жидкостью, к которому подводится вибрация через толкатель 3 от вибрационного устройства по направлению оси Ox . Статическое давление жидкости в изделии 1 составляет P_1 , Па, а статическое давление жидкости или воздуха снаружи изделия - P_0 , Па.

Принимаем, что изделие 1 совершает вертикальные колебания по закону [2]:

$$x = -A \sin \omega t, \quad (1)$$

где A - амплитуда колебаний, м; ω - частота колебаний, с^{-1} ; t - время, с.

Стационарный объемный расход жидкости Q_{cm} , $\text{м}^3/\text{с}$, через отверстие 2 (Рисунок 1) определим по формуле Пуазейля:

$$Q_{cm} = \frac{\pi(P_1 - P_2)d^4}{128\mu L} = \frac{\pi\Delta P_{cm}d^4}{128\mu L}, \quad (2)$$

где $(P_1 - P_2) = \Delta P_{cm}$ - разность давлений до и после отверстия, Па; d - диаметр отверстия, м; μ - коэффициент динамической вязкости жидкости, Па·с; L - длина отверстия, м.

Формулу (2) запишем в следующем виде:

$$Q_{cm} = \kappa_{нз} \Delta P_{cm}, \quad (3)$$

где $\kappa_{нз}$ - размерный коэффициент расхода жидкости через микрощель от приложенного к ее границам статического давления, $\text{м}^3/(\text{Па}\cdot\text{с})$,

$$\kappa_{нз} = \frac{\pi d^4}{128 \mu L} \tag{4}$$

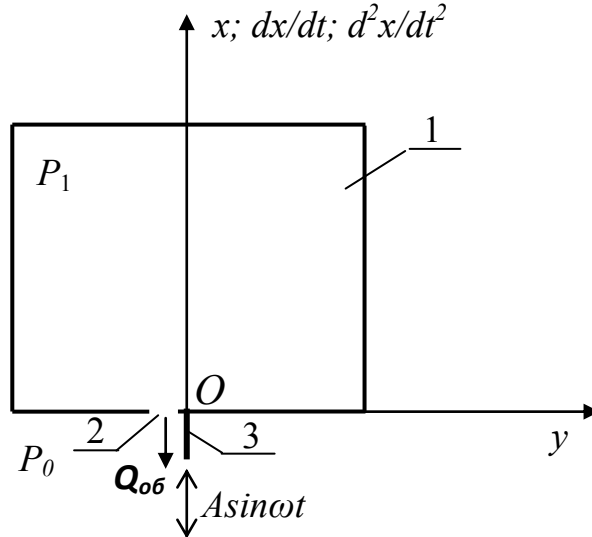


Рис. 1. Схема системы, состоящей из изделия с микрощелью, заполненного жидкостью, к которому подводится вибрация по оси Ox

Общий перепад давлений $\Delta P_{об}$ на отверстии, через которое вытекает жидкость, состоит из статического перепада давлений $\Delta P_{ст}$, Па, и динамического (от воздействия вибрации на изделие) давления $\Delta P_{дин}$, Па, то есть

$$\Delta P_{об} = \Delta P_{ст} + \Delta P_{дин} \tag{5}$$

Динамическое давление в изделии $\Delta P_{дин}$, Па, определим, используя формулу второго закона Ньютона

$$F = m \cdot a,$$

где F - сила, действующая на жидкость в изделии, Н; m - масса жидкости в изделии, кг; a - ускорение перемещения изделия с жидкостью, $\text{м}/\text{с}^2$.

Если, например, выделенный объем жидкости имеет площадь S , м^2 , высоту h , м, и плотность $\rho_{жс}$, $\text{кг}/\text{м}^3$, тогда формула Ньютона принимает вид:

$$F = \rho_{жс} \cdot S \cdot h \cdot a$$

Разделим обе части этого выражения на S , заменим обозначение ускорения $a = d^2x/dt^2$ и принимаем, что $F/S = \Delta P_{дин}$, где $\Delta P_{дин}$ - динамическое давление, возникающее от воздействия вибрации на объем жидкости, находящейся в изделии (Рисунок 1):

$$\Delta P_{дин} = \rho_{жс} h \frac{d^2x}{dt^2}, \tag{6}$$

где h - высота столба жидкости над отверстием, м; $\rho_{жс}$ - плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$; d^2x/dt^2 - ускорение перемещения изделия с жидкостью, $\text{м}/\text{с}^2$, определяемое из выражения (1):

$$\frac{dx}{dt} = -A\omega \cos(\omega t); \quad \frac{d^2x}{dt^2} = A\omega^2 \sin(\omega t) \tag{7}$$

Выражение (5) с учетом (6) и (7) принимает следующий вид:

$$\Delta P_{об} = \Delta P_{ст} + \rho_{жс} h A \omega^2 \sin(\omega t) \tag{8}$$

Преобразуем выражение (8) к виду подобному в работе [1]:

$$\Delta P_{об} = \Delta P_{ст} [1 + \kappa_{\omega} \sin(\omega \cdot t)], \tag{9}$$

где κ_{ω} - коэффициент вибрационной перегрузки [Там же], то есть отношение динамического (вибрационного) давления к статическому перепаду давлений, определяемый по выражению

$$\kappa_{\omega} = \frac{\rho_{жс} h A \omega^2}{\Delta P_{ст}} \tag{10}$$

Формула Пуазейля (3), записанная для малого (мгновенного) расхода жидкости $\Delta Q_{\text{мгн}}$, м³/с, через отверстие, к которому приложено статическое и динамическое давления в соответствии с выражением (9), за время Δt принимает вид:

$$\Delta Q_{\text{мгн}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \left[1 + \kappa_{\omega} \sin(\omega \cdot t) \right] \cdot \Delta t$$

После перехода к дифференциалам величин:

$$dQ_{\text{мгн}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \left[1 + \kappa_{\omega} \sin(\omega \cdot t) \right] \cdot dt \quad (11)$$

$$\text{или } dQ_{\text{мгн}} / dt = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \left[1 + \kappa_{\omega} \sin(\omega \cdot t) \right] \quad (12)$$

После преобразования выражения (12) по Лапласу получим:

$$sQ_{\text{мгн}}(s) = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}}(s) \left[1 + \kappa_{\omega} \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} \right]$$

$$\text{или } Q_{\text{мгн}}(s) = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}}(s) \left[\frac{1}{s} + \kappa_{\omega} \frac{\omega}{s(s^2 + \omega^2)} \right]$$

Это выражение можно представить в виде:

$$Q_{\text{мгн}}(s) = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}}(s) \left[\frac{1}{s} + \kappa_{\omega} \omega \left(\frac{1}{s} - \frac{s}{s^2 + \omega^2} \right) \cdot \frac{1}{\omega^2} \right] \quad (13)$$

После обратного преобразования выражения (13) по Лапласу получим:

$$Q_{\text{мгн}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \frac{\kappa_{\omega}}{\omega} (1 - \cos \omega t), \text{ при } 0 \leq \omega t \leq 2\pi \quad (14)$$

После подстановки выражений (4) и (10) в (14):

$$Q_{\text{мгн}} = \frac{\pi d^4}{128 \mu L} \Delta P_{\text{см}} + \frac{\pi d^4}{128 \mu L} \rho_{\text{жс}} h A \omega (1 - \cos \omega t), \text{ при } 0 \leq \omega t \leq 2\pi$$

Суммарный расход жидкости через отверстие за количество колебаний, которые укладываются в единицу времени при периоде колебаний T_{ω} , то есть при $1/T_{\omega} = \omega$ вибрационного изменения перепада давления на отверстии в соответствии с (14):

$$Q_{\text{вибр}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \frac{\omega}{2\pi} \int_0^{2\pi} \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \frac{\kappa_{\omega}}{\omega} (1 - \cos \omega t) dt \quad (15)$$

$$Q_{\text{вибр}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \frac{\kappa_{\omega}}{2\pi} t \Big|_0^{2\pi} - \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \frac{\kappa_{\omega}}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos \omega t dt$$

$$Q_{\text{вибр}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \kappa_{\text{нз}} \kappa_{\omega} \Delta P_{\text{см}} - \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} \frac{\kappa_{\omega}}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos \omega t dt \quad (16)$$

Третье слагаемое в выражении (16) равно нулю, а поэтому средний расход жидкости через микрощель при подведении к изделию статического и динамического давлений:

$$Q_{\text{вибр. ср}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \kappa_{\text{нз}} \kappa_{\omega} \Delta P_{\text{см}} \quad (17)$$

$$\text{или } Q_{\text{вибр. ср}} = \frac{\pi d^4}{128 \mu L} \Delta P_{\text{см}} + \frac{\pi d^4}{128 \mu L} \rho_{\text{жс}} h A \omega^2 = \frac{\pi d^4}{128 \mu L} \Delta P_{\text{см}} \left(1 + \frac{\rho_{\text{жс}} h A \omega^2}{\Delta P_{\text{см}}} \right) \quad (18)$$

Эта формула позволяет вычислять конкретные расходы (утечки) жидкости через микрощели изделия, испытываемого на герметичность, статическим и динамическим (от воздействия вибрации) давлениями. Выражение (16) для двух полупериодов косинусоиды можно представить следующим образом:

$$Q_{\text{вибр}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \kappa_{\text{нз}} \kappa_{\omega} \Delta P_{\text{см}} \left(1 - \frac{1}{\pi} \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \cos \omega t dt + \frac{1}{\pi} \int_{3\pi/2}^{5\pi/2} \cos \omega t dt \right) \quad (19)$$

Графически выражение (19) имеет вид, приведенный на Рисунке 2.

Если брать интегралы графически, то площадь каждого интеграла $\int_{\pi/2}^{3\pi/2} \cos \omega t dt$ и $\int_{3\pi/2}^{5\pi/2} \cos \omega t dt$ равна приблизительно 1π . Тогда получим

$$Q_{\text{вибр}} = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \kappa_{\text{нз}} \kappa_{\omega} \Delta P_{\text{см}} \left(1 - 1 \Big|_{\pi/2}^{3\pi/2} + 1 \Big|_{3\pi/2}^{5\pi/2} \right) = \kappa_{\text{нз}} \Delta P_{\text{см}} + \kappa_{\text{нз}} \kappa_{\omega} \Delta P_{\text{см}},$$

которое аналогично выражению (17).

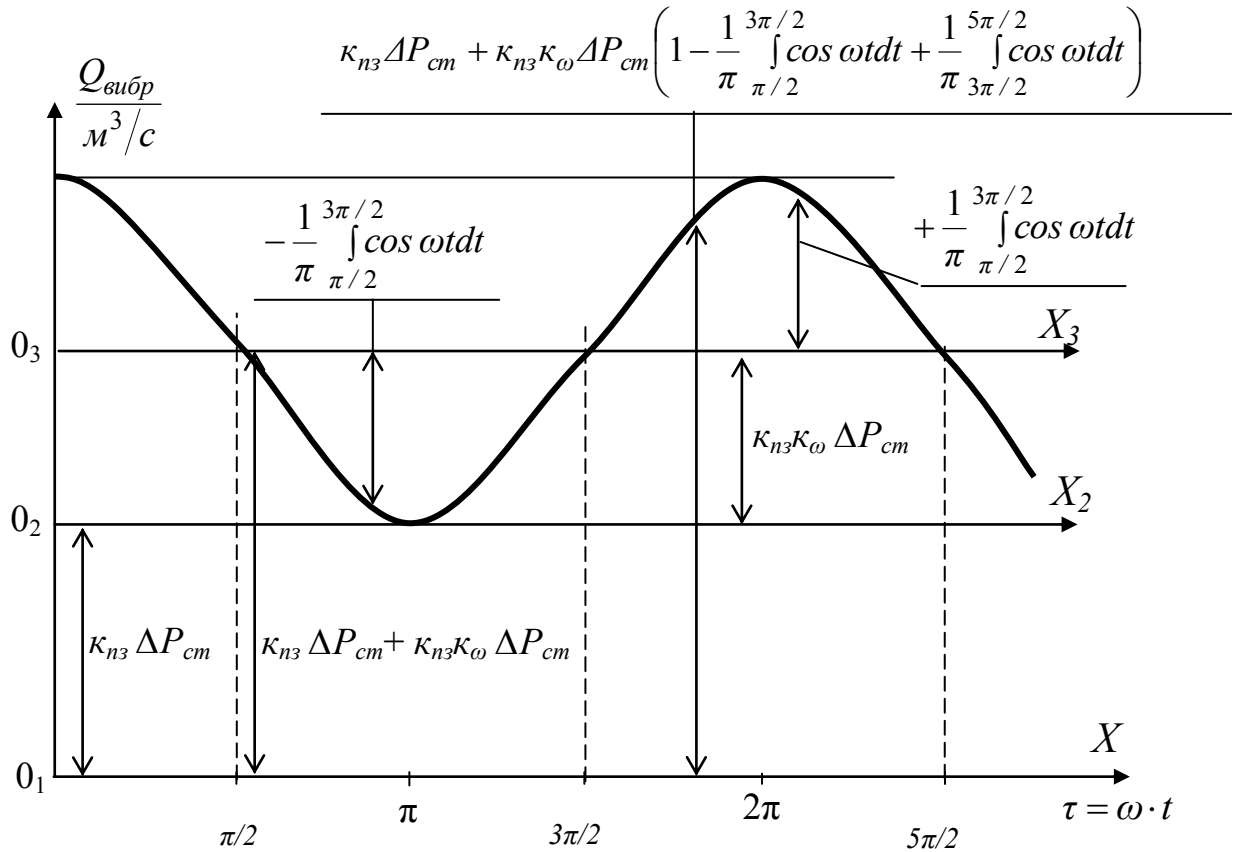


Рис. 2. Изменение расхода жидкости через микрощель изделия, находящегося под статическим и динамическим (вибрационным) перепадом давлений

Динамическое давление (создаваемое воздействием вибрации на изделие) может быть меньшим, равным или большим по отношению к статическому давлению, подведенному внутрь изделия, испытываемого на герметичность. Допустим, что статическое давление, подводимое в изделие $\Delta P_{ст} = 1 \text{ кгс/см}^2$ (100000 Па). Из формулы (18) средний расход жидкости через микрощель в изделии, к которому подведено статическое и динамическое давление:

$$Q_{\text{вibr. ср}} = \frac{\pi d^4}{128 \mu L} (\Delta P_{ст} + \rho_{ж} h A \omega^2)$$

Из этого выражения можно установить условие, при котором динамическое давление может быть больше статического давления внутри изделия, испытываемого на герметичность:

$$\rho_{ж} h A \omega^2 > \Delta P_{ст} \text{ или } A > \frac{\Delta P_{ст}}{\rho_{ж} h \omega^2}$$

Если принять частоту вибрации изделия $f = 80 \text{ Гц}$ ($\omega = 2\pi f = 6,28 \cdot 80 = 502,4 \text{ с}^{-1}$), $\rho_{ж} = 998 \text{ кг/м}^3$, $h = 1 \text{ м}$, тогда $A > \frac{100000}{998 \cdot 1 \cdot 502,4^2} = 0,0004 \text{ м} = 0,4 \text{ мм}$

Такое значение амплитуды вибрации изделия вполне реально для производственных условий испытаний изделий на герметичность. Если принять, что $A = 1,5 \text{ мм}$, тогда динамическое давление в изделии составит $\Delta P_{дин} = \rho_{ж} h A \omega^2 = 998 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 502,4^2 = 337850 \text{ Па} = 3,38 \text{ кгс/см}^2$

Таким образом, рассмотрены теоретические положения по определению объемных утечек жидкости через микрощели изделий, которым сообщается вибрация, при испытаниях на герметичность избыточным давлением. Установлено, что в зависимости от выбранной амплитуды и частоты вибрации, испытываемого на герметичность изделия, можно создать необходимое динамическое давление дополнительно к статическому давлению, подводимому внутрь изделия.

Список литературы

1. Блехман И. И., Блехман Л. И., Вайсберг Л. А., Васильков В. Б., Якимова К. С. Нелинейные эффекты при истечении жидкости из вибрирующих сосудов // Доклады Академии наук. 2003. Т. 391. № 2. С. 185-188.
2. Вибрации в технике: справочник: в 6-ти т. М.: Машиностроение, 1978. Т. 1. Колебания линейных систем. 352 с.

3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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 316.4

Социологические науки

Дмитрий Викторович Зайцев, Николай Дмитриевич Савченко
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А.

ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАНЯТОСТЬ С ПОЗИЦИЙ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ[©]

Занятость играла важную роль в развитии человеческого общества на всех этапах его становления. Специфика социально-трудовых отношений во многом определяла устройство общества, происходящие социальные процессы, его структуру. Трудовая деятельность носит социетальный характер и в ряде общественных устройств, формаций выступает одной из доминирующих социальных ценностей. Современным трендом развития социально-трудовых отношений выступает их виртуализация, внедрение дистанционных форм. Это стало возможным вследствие появления инновационных средств коммуникации, информационно-цифровых технологий, сетевых ресурсов.

Появление новых трендов, новых социальных процессов, социальных проблем традиционно становится предметом социологического анализа. Это связано с имманентно присущей для социологии задачей в исследовании всего нового, что появляется в обществе, с целью рефлексии, интерпретации, понимания. Дело науки, по мнению Э. Дюркгейма, состоит в том, чтобы получить представления, точно воспроизводящие предметы таковыми, каковы они суть, а не такими, какими их полезно представлять себе для практики [5, с. 15]. В связи с этим, рассмотрим дистанционную занятость молодежи на рынке труда с точки зрения классических социологических парадигм. Молодежь нам интересна как социально-демографическая группа, характеризующаяся наиболее высокой степенью социальной активности, мобильности, восприимчивости ко всему новому и оригинальному.

Теория систем и системные идеи в социологии восходят к общей теории социальных систем Р. Берта-ланфи [10, с. 291]. В соответствии с основными положениями теории систем дистанционная занятость может представлять собой определенный набор абстракций из конкретных форм взаимосвязи и поведения. В данной теории принято различать проблемы, которые становятся объектом исследования различных наук, т.е. носят междисциплинарный характер, и проблемы, лежащие на «границах» социальной системы [11, с. 238]. Примером нарушения адаптивного равновесия, приводящего к стрессам и создающего различные социально-психологические проблемы в контексте дистанционной занятости, является не только изменение социального статуса, но и перестройка личностно-жизненного пространства, которые происходят, в частности, у молодежи после завершения профессионального обучения.

Дистанционная занятость является системой, которая действует внутри более широкого окружения, взаимодействуя с внешнеполитической, экономической, социальной, технической и культурной средами, где она постоянно вступает в сложные взаимодействия и испытывает на себе их воздействие. Нарушение функционирования одной части системы вызывает трудности в других ее частях. Молодежь, соответственно, выступает в качестве своего рода подсистемы, которая должна интеракционировать бесконфликтно, чтобы процесс занятости через Интернет, происходил максимально эффективно и надежно с повышением качества операций. Если что-то нарушается в этой цепи, то в итоге, это может повлиять на эффективность деятельности дистанционной занятости в целом.

Анализируя дистанционную занятость населения с точки зрения радикального структурализма, актуализируется проблема её доступности для отдельных пользователей, соотносимую с проблемой неравенства трудоспособного населения. Рассматривая неравные возможности доступа к сети Интернет, интернет-ресурсам и возможности работать и участвовать в трудовой деятельности дистанционно (из удобного места пребывания), мы отмечаем ряд различных видов и форм неравенства. Оно может быть связано с самыми различными ограничениями для человека, такими как: экономическое положение, технические возможности, территориальные ограничения или иные причины. Существует ряд работ, направленных на исследование проблемы доступа людей с ограниченными возможностями в виртуальные сообщества. Например,