

УДК 627.84

UDC 627.84

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В
ЛАБОРАТОРНОМ ОБРАЗЦЕ ЛЕНТОЧНОГО
ЗАПОРНОГО ОРГАНА РЕГУЛЯТОРА ВОДЫ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ САЕ - СИСТЕМЫ
FLOWVISION****RESEARCH OF FLOW OF LIQUID IN THE
LABORATORY STANDARD OF BAND
OBTURATOR OF WATER REGULATOR
WHEN USING SAE-SYSTEMS OF
FLOWVISION**

Дегтярев Владимир Георгиевич
магистр техники и технологии
SPIN-код: 6366-7340
cst2007@mail.ru

Degtyarev Vladimir Georgievich
master of techniques and technology
SPIN-code: 6366-7340
cst2007@mail.ru

Коженко Наталья Владимировна
соискатель
SPIN-код: 6566-0120
er.folg@mail.ru

Kozhenko Natalia Vladimirovna
competitor
SPIN-code: 6566-0120
er.folg@mail.ru

Дегтярев Георгий Владимирович
д.т.н., профессор
SPIN-код: 7725-1897
cst2007@mail.ru
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Degtyarev Georgiy Vladimirovich
Dr.Tech.Sci., professor
SPIN-code: 7725-1897
cst2007@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Ограниченный ресурс оросительной воды на юге России особенно актуальная задача при производстве влаголюбивых культур, таких как рис. Решить задачу рационального использования воды при поливе невозможно без организации автоматизированного водораспределения. Как показал анализ средств и технологий регулирования водоподачи, наиболее перспективными, из апробированных и используемых, могут явиться ленточные регуляторы расхода и уровня воды. Они имеют простую конструктивную схему, неприхотливы в эксплуатации. Однако и у них выявлен недостаток – нерегулируемые протечки, через не полностью перекрытое проходное отверстие, что в свою очередь увеличивает неконтролируемый расход оросительной воды. Для решения данной задачи нами предложен ряд конструкций, защищенных патентами РФ, имеющих специальные приспособления, позволяющие исключать несанкционированные протечки, даже в состоянии практически близком к полностью закрытому отверстию истечения из регулятора. В статье всесторонне рассмотрен вариант гидравлического исследования регулятора, первоначально, без каких-либо дополнений, способствующих решению вопроса устранения полностью утечки. Предложенное исследование с анализом распределения скоростей и давлений в конструкции ленточного регулятора, позволит иметь ту базовую, эталонную модель относительно которой можно будет осуществлять анализ степени влияния конструктивно-

Limited resource of irrigation water in the South of Russia is a particularly actual task in the production of moisture-loving crops, such as rice. To solve the problem of rational use of water when watering is not possible without the organization of an automated water distribution. As it was shown by the analysis of tools and technologies of regulation of water supply, the most promising, form tested and used, can be tape regulators of flow and water level. They have a simple construction diagram, unpretentious in operation. However, we have identified a fault – unregulated leaking, not fully covered through the bore, which in turn increases the uncontrolled consumption of irrigation water. To solve this problem we propose a number of designs, protected by patents of the Russian Federation, having special fixture to ensure unauthorized leaks, even in a state almost close to the fully closed opening expiration from the regulator. The article comprehensively considers hydraulic studies of controller initially, without any additions that contribute to the problem of eliminating leakage. The proposed study with the analysis of the distribution of velocities and pressures in the design of belt regulator, will allow you to have the basic reference model against which it will be possible to analyze the degree of influence of constructive-technological changes at the work the newly developed devices. For this, we modeled tape controller in the software package FreeCAD version 0.15, when using SAE - system FlowVision. The task of modeling water flow were solved in flat statement, including the moment of full closing of the belt passage opening of the regulator. For plotting

технологических изменений на работу вновь разрабатываемых устройств. Для этого нами был замоделирован ленточный регулятор в программном комплексе FreeCAD версия 0.15, при использовании CAE - системы FlowVision. Задача моделирования потока воды, решалась, в плоской постановке, в том числе в момент полного закрытия лентой проходного отверстия регулятора. Для построения графиков поверхности, линий уровня и сечений функции отклика мы воспользовались программным комплексом wxMaxima. Полученные результаты позволили всесторонне проанализировать работу ленточного запорного органа, как гидравлически действующего устройства во всех режимах основных факторов и, в дальнейшем, будет способствовать решению вопроса изучения степени влияния внесенных конструктивно-технологических изменений в конструкции регуляторов

Ключевые слова: ЛЕНТОЧНЫЙ РЕГУЛЯТОР, РАСХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, СИСТЕМА FLOWVISION, РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

surfaces, lines, levels and cross-section response functions, we used a software package wxMaxima. The results obtained allowed a comprehensive analysis of the work tape of the locking device, hydraulically actuated device in all modes of the major factors and, in the future, will help to address the issue of studying the impact of introduced technological changes in the design of controllers

Keywords: TAPE REGULATOR, ACCOUNT CHARACTERISTICS, SETTLEMENT FORMULAS

Работа посвящена исследованию проблемного вопроса ленточных регуляторов расхода и уровня воды в рисовых чеках, да и вообще регуляторов гидравлического принципа действия, а именно вопросу полного перекрытия проходного отверстия, исключающего нерегулируемые протечки [1, 2, 3, 4].

В работе, при использовании CAE - системы FlowVision, решалась, в плоской постановке, задача моделирования потока воды, в том числе в момент полного закрытия лентой проходного отверстия регулятора.

Ленточный регулирующий орган, на котором осуществлялось моделирование, представлен в работах [5, 6] и на рисунке 1.

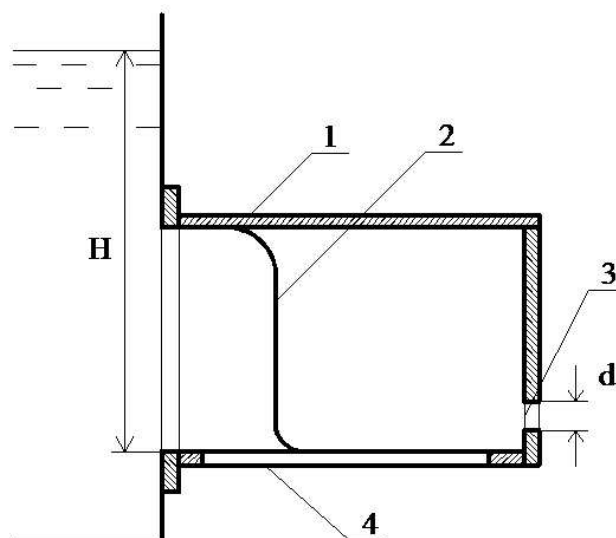


Рисунок 1. Эскиз ленточного регулятора расхода воды

Регулятор включает водовыпускную трубу 1 прямоугольного сечения с седлом 4. Внутри водовыпускной трубы 1 размещен запорный орган, выполненный в виде гибкой ленты 2, закрепленной одним концом к верхней стенке водовыпускной трубы 1, а другим – к основанию седла 4. Гибкая лента 2 образует с корпусом водовыпускной трубы 1 управляющую полость, вода из которой сбрасывается через сливное отверстие 3.

Ленточный регулирующий орган работает следующим образом: вода с верхнего бьефа через зазоры между кромками гибкой ленты 2 и боковыми стенками водовыпускной трубы 1 поступает в управляющую полость, и сбрасывается из неё через сливное отверстие 3. При этом гибкая лента 2 частично перекрывает проходное сечение седла 4, обеспечивая сброс воды через него в нижний бьеф. Изменение открытия проходного сечения седла 4 осуществляется путем регулирования сброса воды из управляющей полости. Отличительной особенностью исследуемого регулятора является отсутствие, каких-либо конструктивных приспособлений могущих, или способствующих решению вопроса полного перекрытия проходного отверстия, исключающего нерегулируемые протечки. По представленному запорному органу

проведены, методом планирования экспериментов, гидравлические исследования, представленные в [7, 8, 9].

При использовании стандартной k - ε модели турбулентности, осуществлено моделирование течения жидкости, в регуляторе и определены гидродинамические характеристики в рамках плоской модели турбулентного течения несжимаемой жидкости, что описывается нижеследующей системой уравнений:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \nabla(V \cdot V) = -\frac{\nabla P}{\rho} + \frac{1}{\rho} \nabla \left((\mu + \mu_t) (\nabla V + (\nabla V)^T) \right) + S,$$

$$\nabla V = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla(\rho V k) = \nabla \left(\left(\frac{\mu + \mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right) + \mu_t G - \rho \varepsilon,$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \nabla(\rho V \varepsilon) = \nabla \left(\left(\frac{\mu + \mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon \right) + C_1 \frac{\varepsilon}{k} \mu_t G - C_2 f_1 \rho \frac{\varepsilon^2}{k},$$

где: $\mu_t = C_{\mu\rho} \frac{k^2}{\varepsilon}$; $G = D_{ij} \frac{\partial V_i}{\partial x_j}$;

$$D_{ij} = S_{ij} - \frac{z}{3 \left(\nabla \cdot V + \frac{\rho k}{\mu_t} \right) \sigma_{ij}}; \quad S_{ij} = \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i}.$$

Параметры:

$$\sigma_k = 1, \quad \sigma_\varepsilon = 1.3, \quad \sigma_u = 0.09, \quad c_1 = 1.44, \quad c_2 = 1.92.$$

Геометрические параметры расчетной модели представлены на рисунке 2, где в дальнейших расчетах рабочий напор – "h" см, открытие ленты по седлу – "a" мм.

Моделирование твердотельной расчетной модели осуществлено в программном комплексе Free CAD версия 0.15 Расчетная модель представлена на рисунке 3, при общих геометрических размерах модели на входе 100 x 100 мм. Исследование регулятора уровня осуществлялось при напорах водяного столба равных 18, 24 и 30 см, и открытии ленты в 1, 2 и 3 мм, при граничных условиях на выходе – свободный выход. Открытие

ленты в 1, 2 и 3 мм выбрано из целей исследования, а именно перекрытия проходного отверстия, исключающего нерегулируемые протечки.

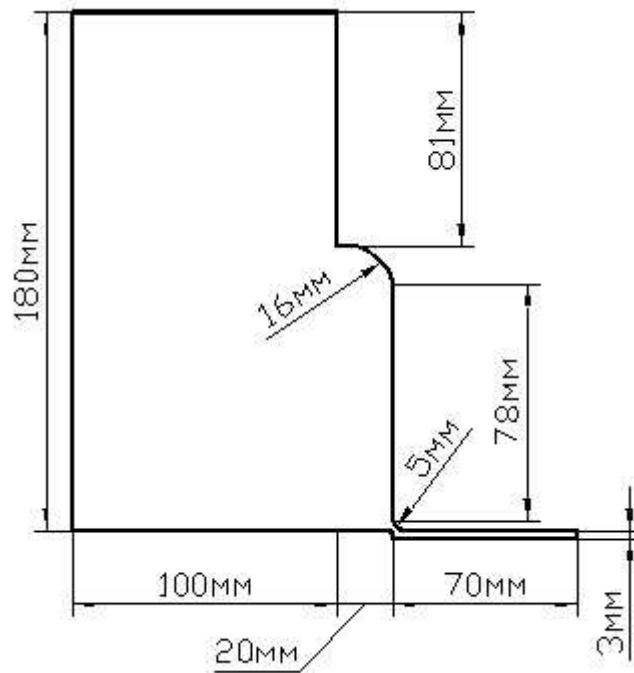


Рисунок 2. Геометрические параметры плоской модели

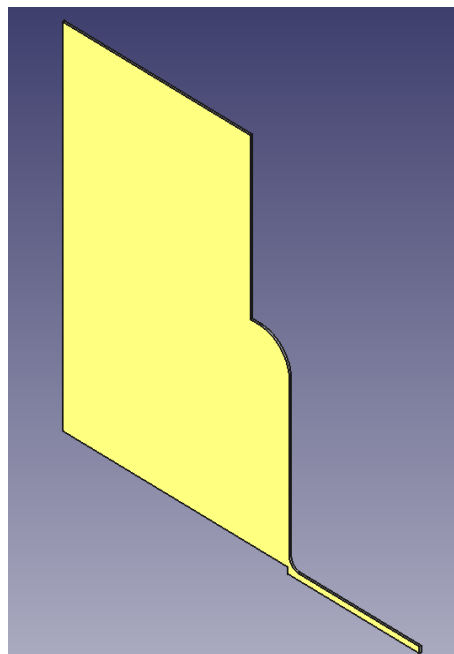


Рисунок 3. Расчетная плоская модель ленточного регулятора

Построение расчетной сетки конечных элементов, осуществлено ячейкой равной 40x1x40, а результат представлен на рисунке 4.

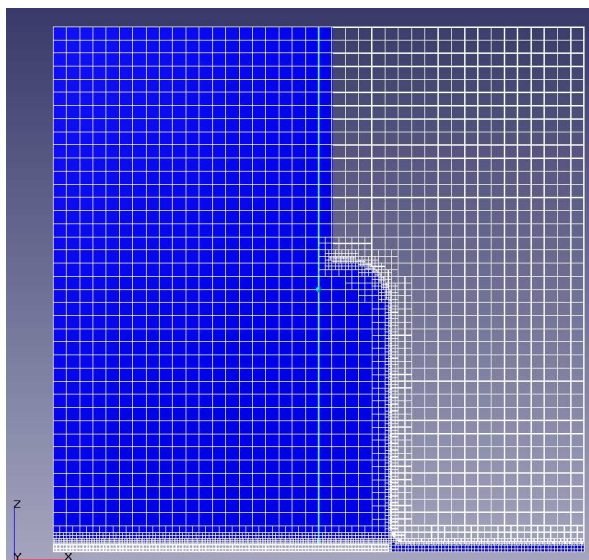


Рисунок 4. Сетка конечных элементов по расчетной модели

Результаты расчета движения жидкости, отображенные вспышкой скорости, представлены на рисунке 5.

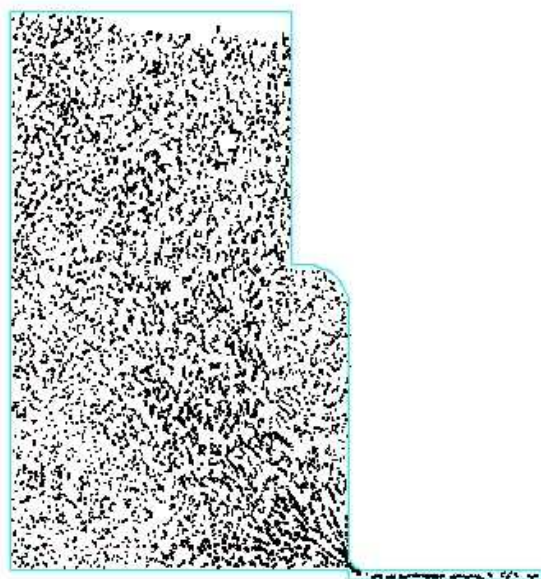


Рисунок 5. Движение жидкости, представленное вспышкой скорости

Изополя в виде заливки распределения давлений жидкости (Па) и их числовые значения представлены на рисунке 6.

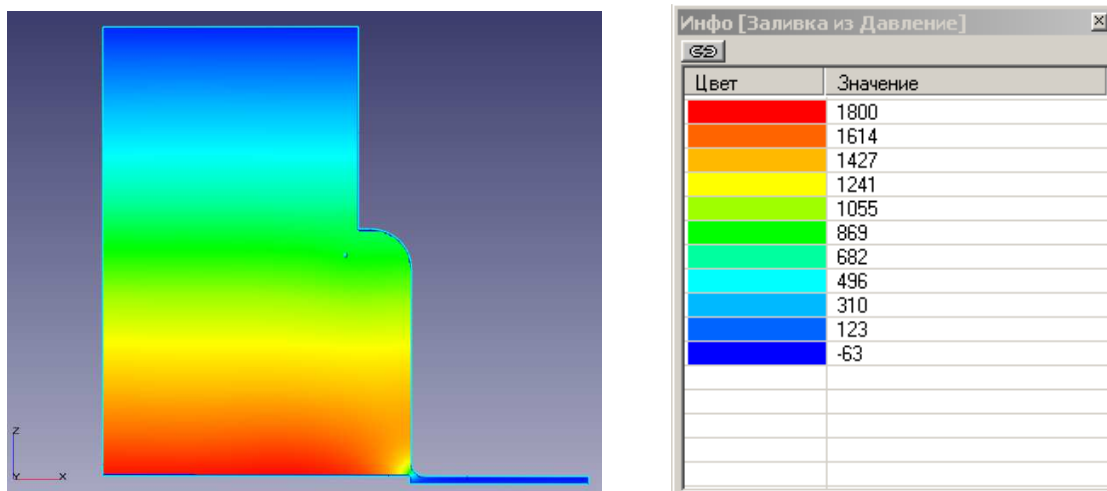


Рисунок 6. Изополя давлений

Двухмерный график давления жидкости по сечению в уровне плоскости седла представлен на рисунке 7.

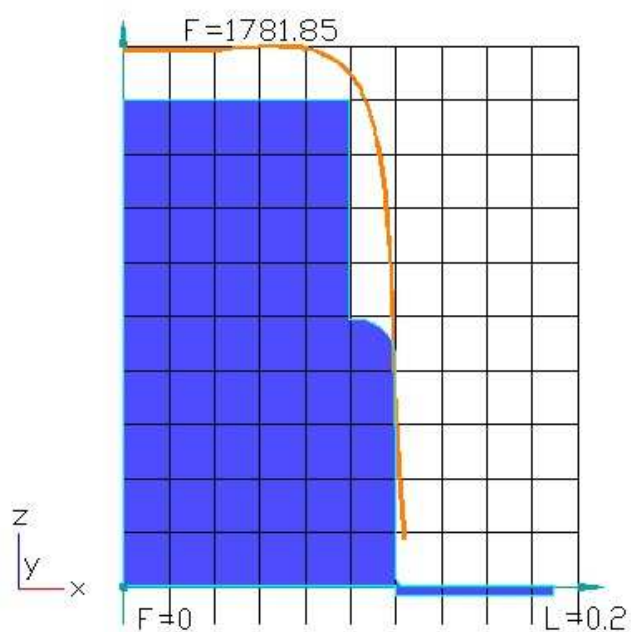


Рисунок 7. Двухмерный график давления жидкости по сечению в уровне плоскости седла

Данные в форме листинга расхода жидкости, по ранее представленным конструктивно-технологическим параметрам модели, представлены на рисунке 8.

Имя	Значение
Поток массы	0.0100762
ИнтегралX	0
ИнтегралY	0
ИнтегралZ	1.46845e-005
Площадь	0.0001
<f> по площади	0.146845
Интеграл	1.46845e-005
Поток частиц черезв...	0

Рисунок 8. Данные по расходу жидкости

Двухмерные графики распределения модуля скорости жидкости по разрезам на отметках высот 0.00, 0.01, 0.02 м представлены на рисунке 9 (а, б, в) соответственно.

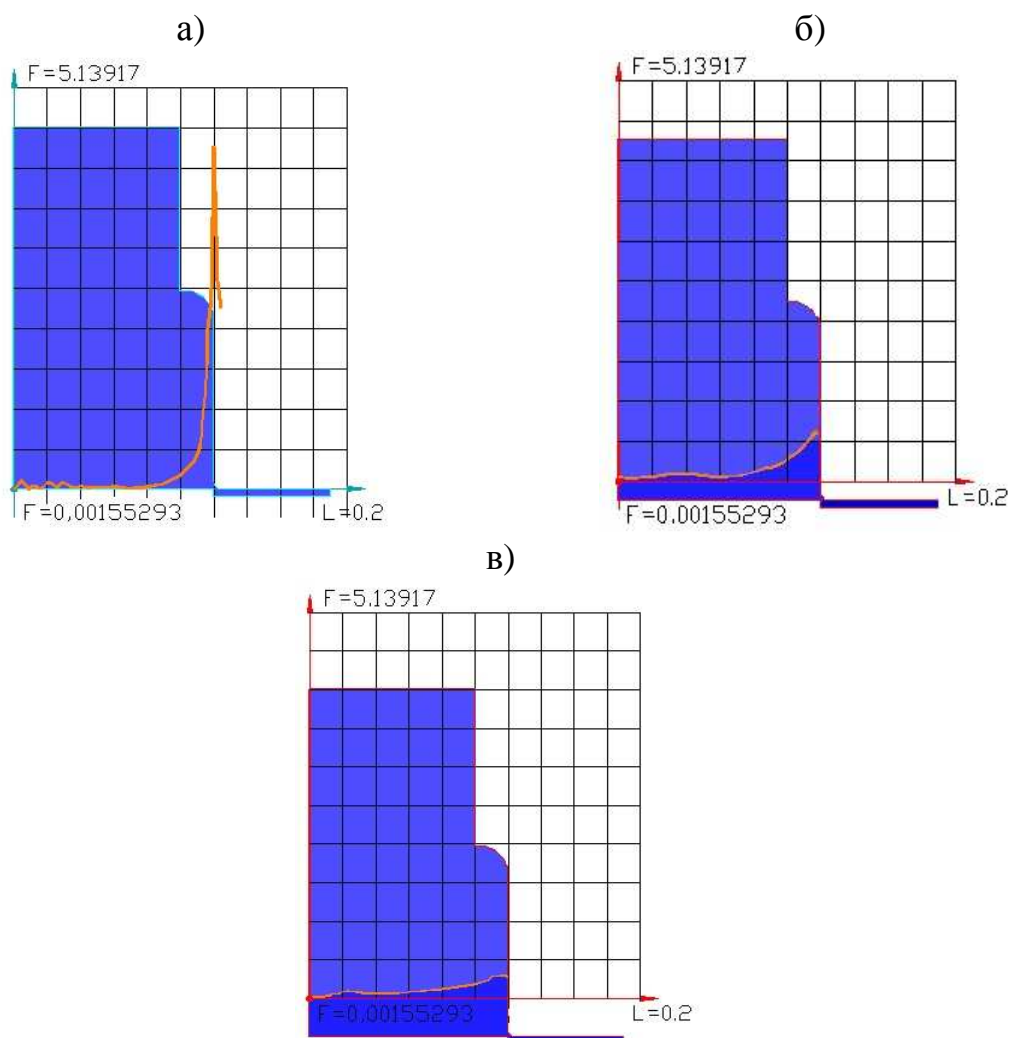


Рисунок 9. Двухмерный график модуля скорости воды при $h = 18$ см, и $a = 1$ мм

С целью анализа гидродинамических характеристик потока воды, осуществлено последовательно сопоставление изменений модулей скоростей и давлений вначале при открытии ленты на 1 мм, затем на 2 и 3 мм, при напоре равном 18 см, затем соответственно при напорах 24 и 30 см, на разных уровнях на входе в регулятор, начиная с отметки 0.00 м на седле, а далее на уровнях 0.01 и 0.02 м, результаты чего представлены ниже, на рисунках 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 и 18.

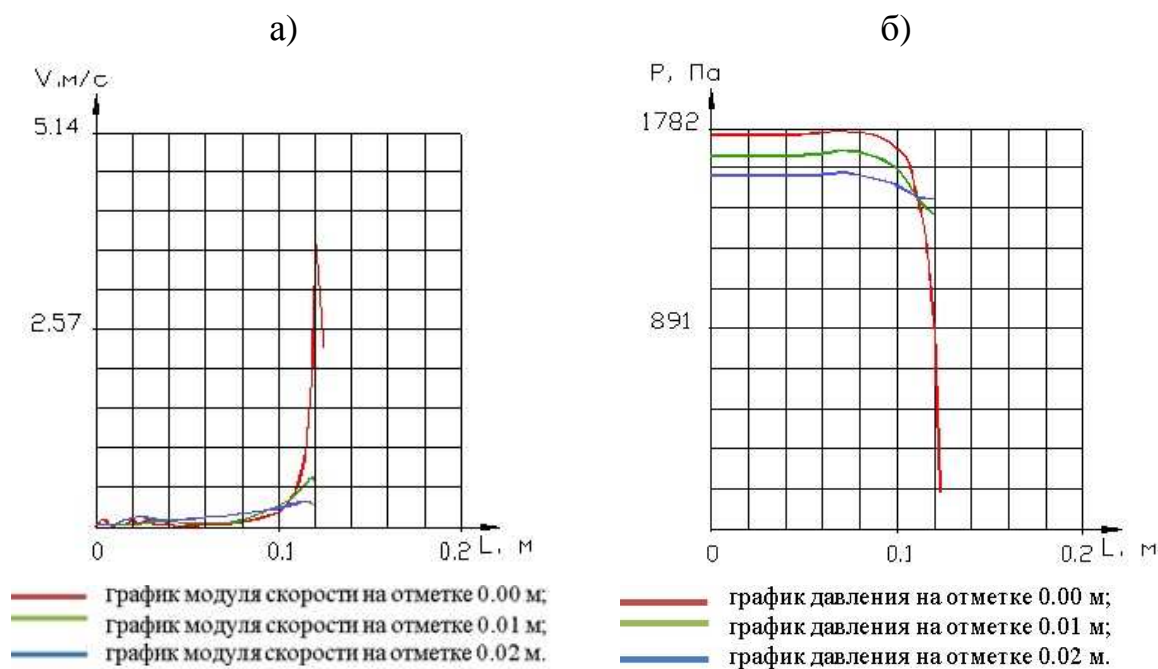


Рисунок 10. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 1 мм, при давлении на входе "h" 18 см, и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

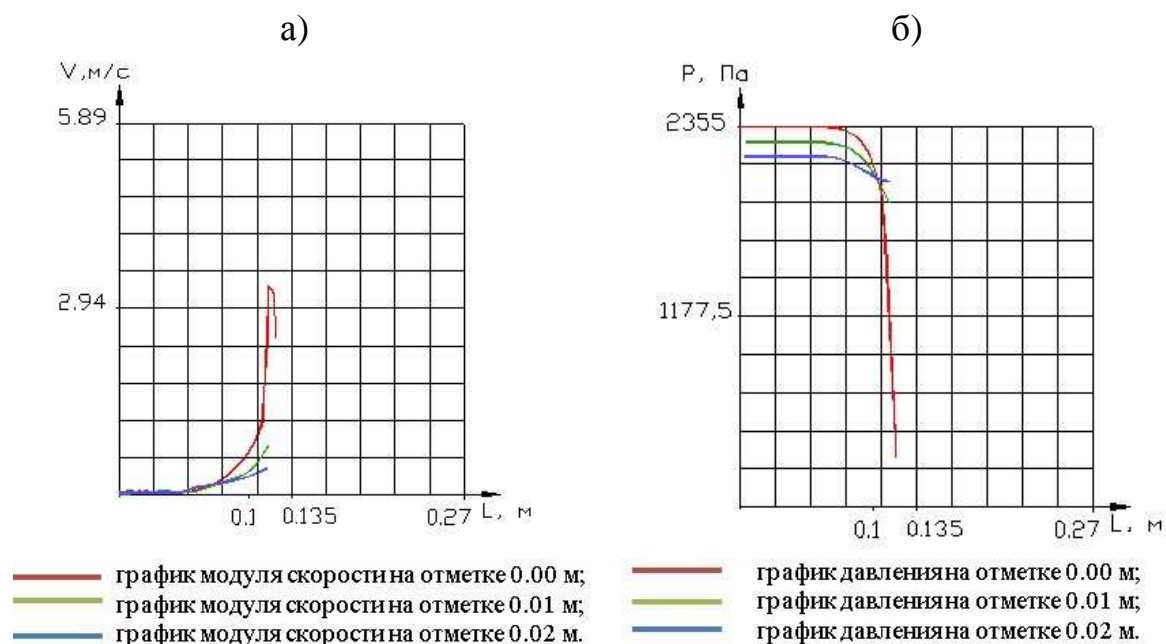


Рисунок 11. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 1 мм, при давлении на входе "h" 24 см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

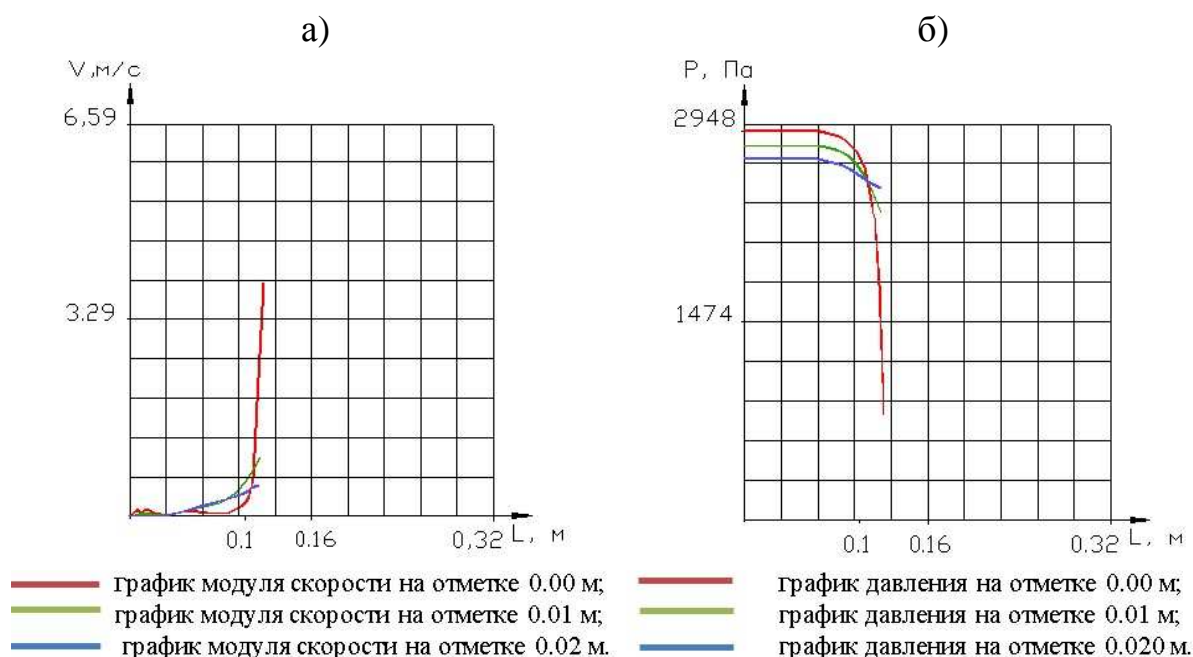


Рисунок 12. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 1 мм, при давлении на входе "h" 30 см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

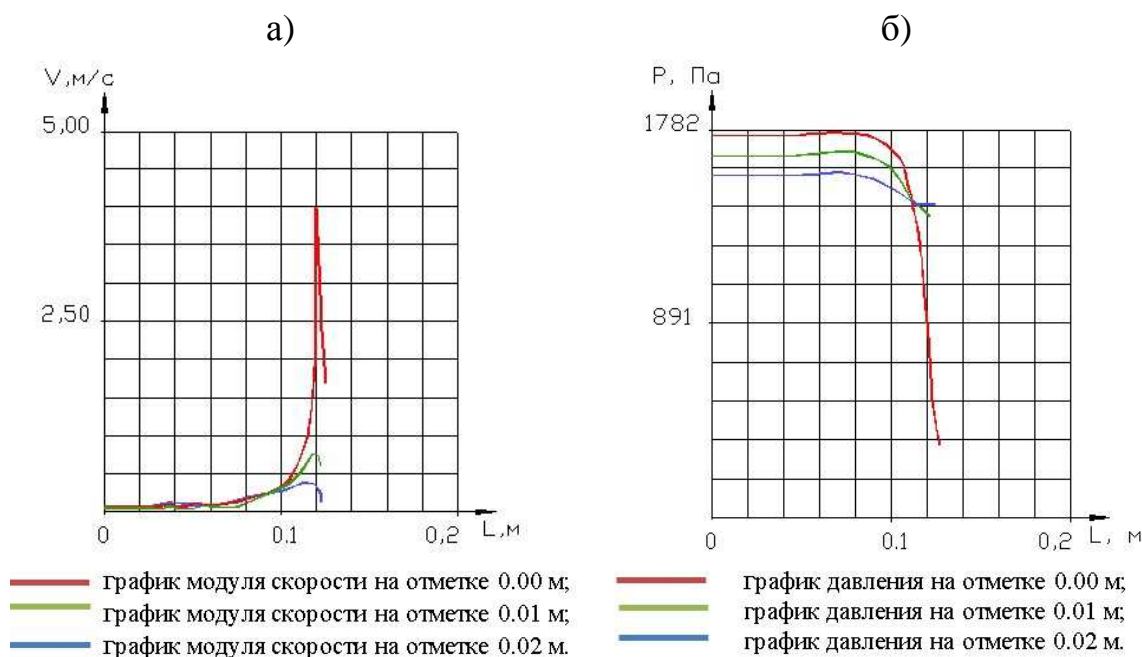


Рисунок 13. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 2 мм, при давлении на входе "h" 18 см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

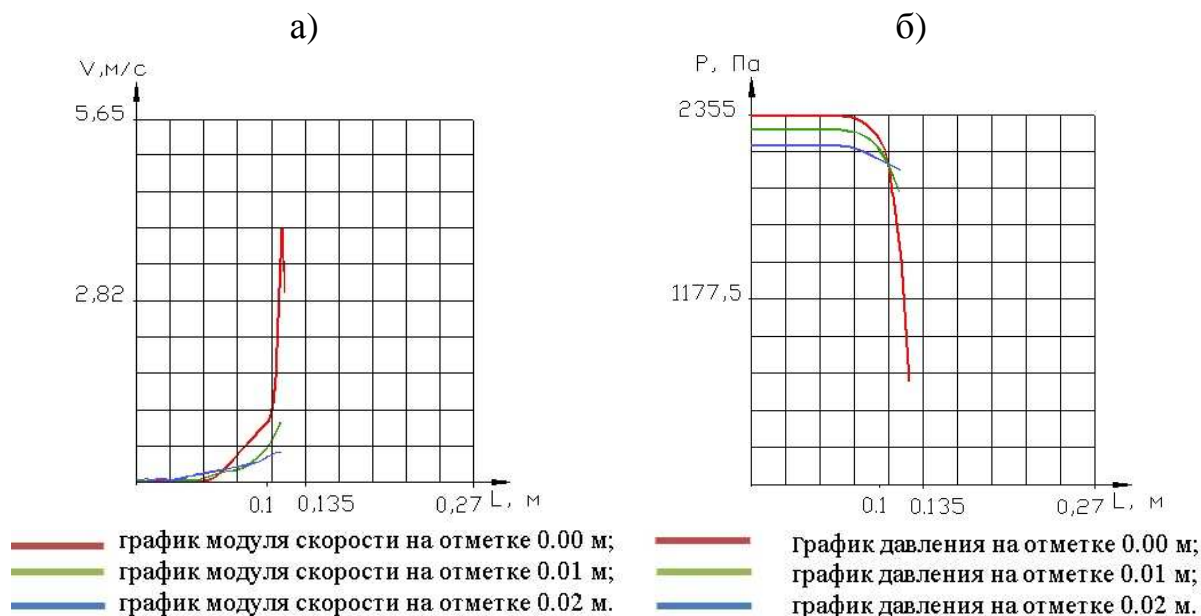


Рисунок 14. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 2 мм, при давлении на входе "h" 24 см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

а)

б)

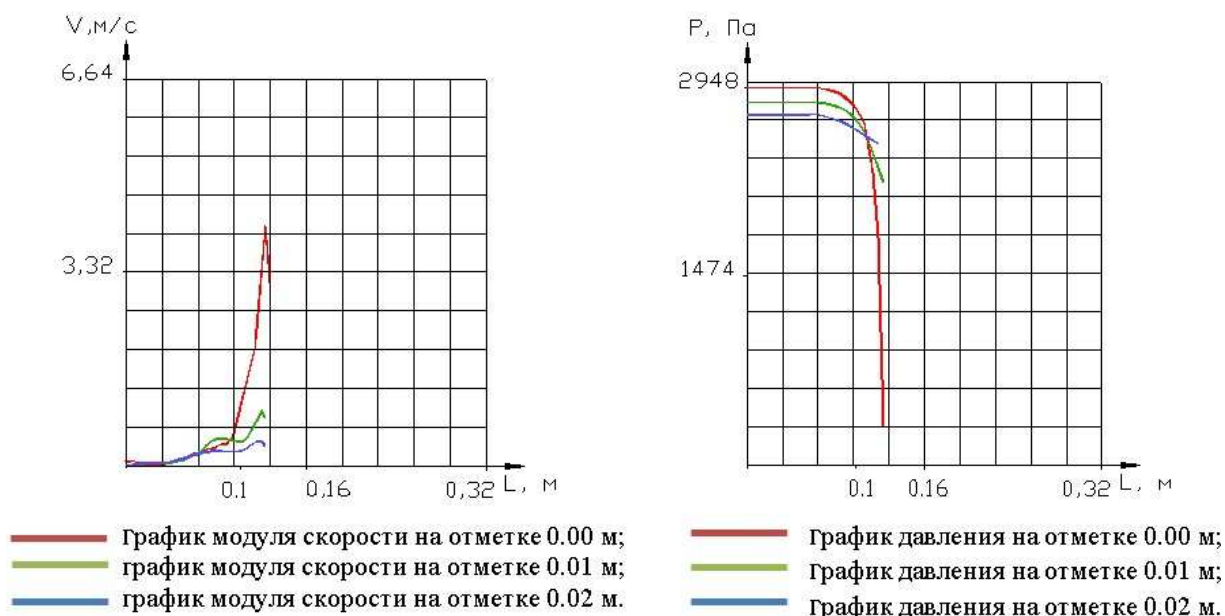


Рисунок 15. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 2 мм, при давлении на входе "h" 30 см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

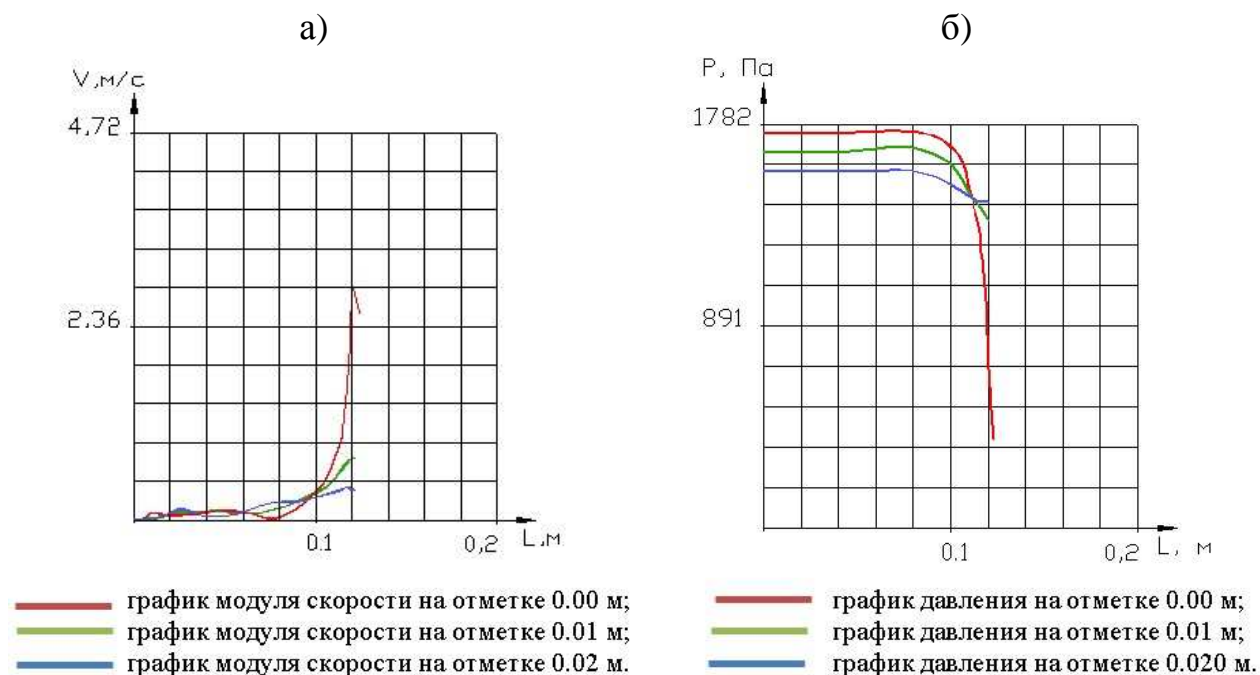


Рисунок 16. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 3 мм, при давлении на входе "h" 18 см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

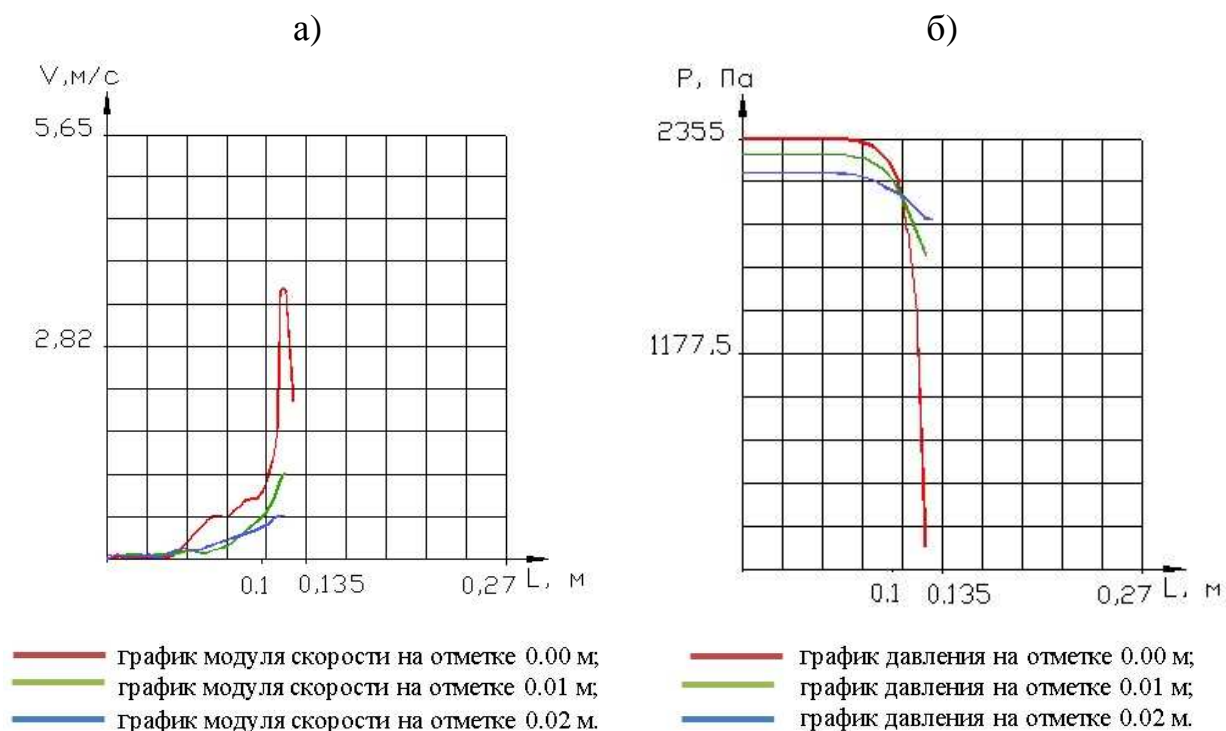


Рисунок 17. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 3 мм, при давлении на входе $h = 24$ см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

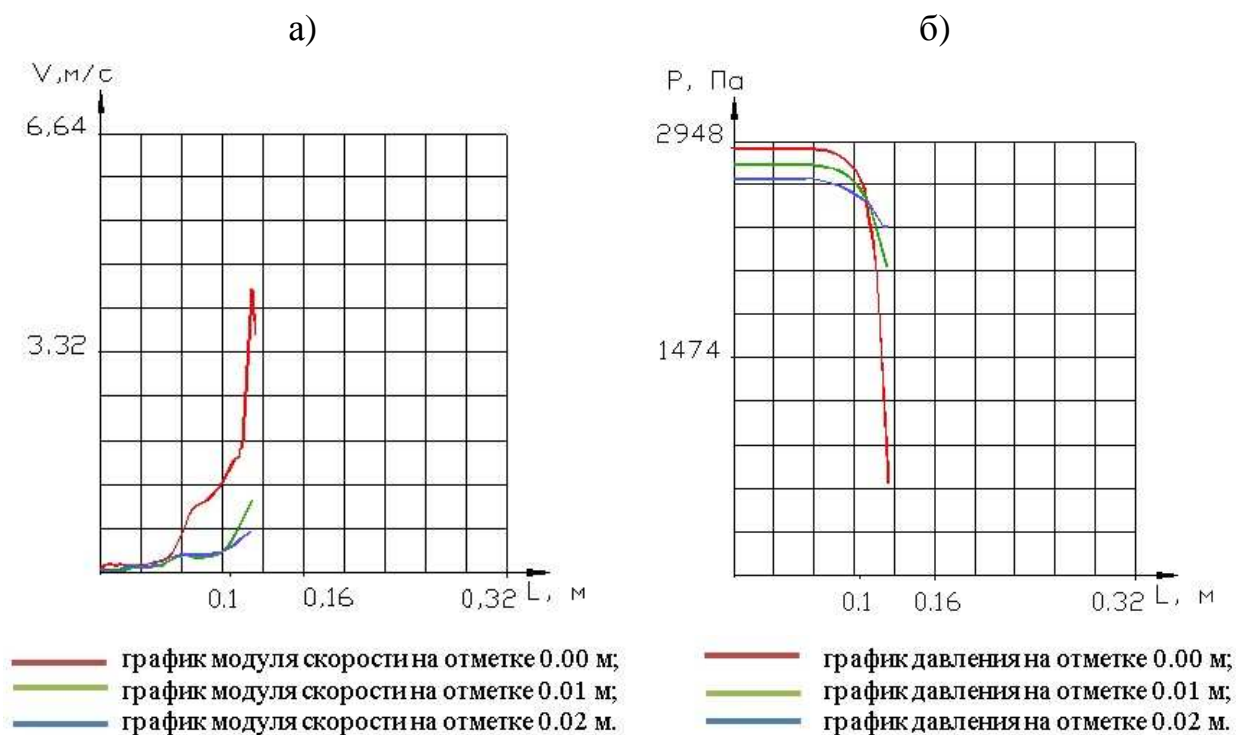


Рисунок 18. Модуль скорости потока жидкости (а) и давления (б) при истечении через проходное сечение седла регулятора в 3 мм, при давлении

на входе $h = 30$ см и соответствующих плоскостях сечений 0.000; 0.010 и 0.020 м

С целью сопоставительного исследования распределения модулей скоростей потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см представлены графики на рисунке 19, в одном сечении, на отметке 0.00 м.

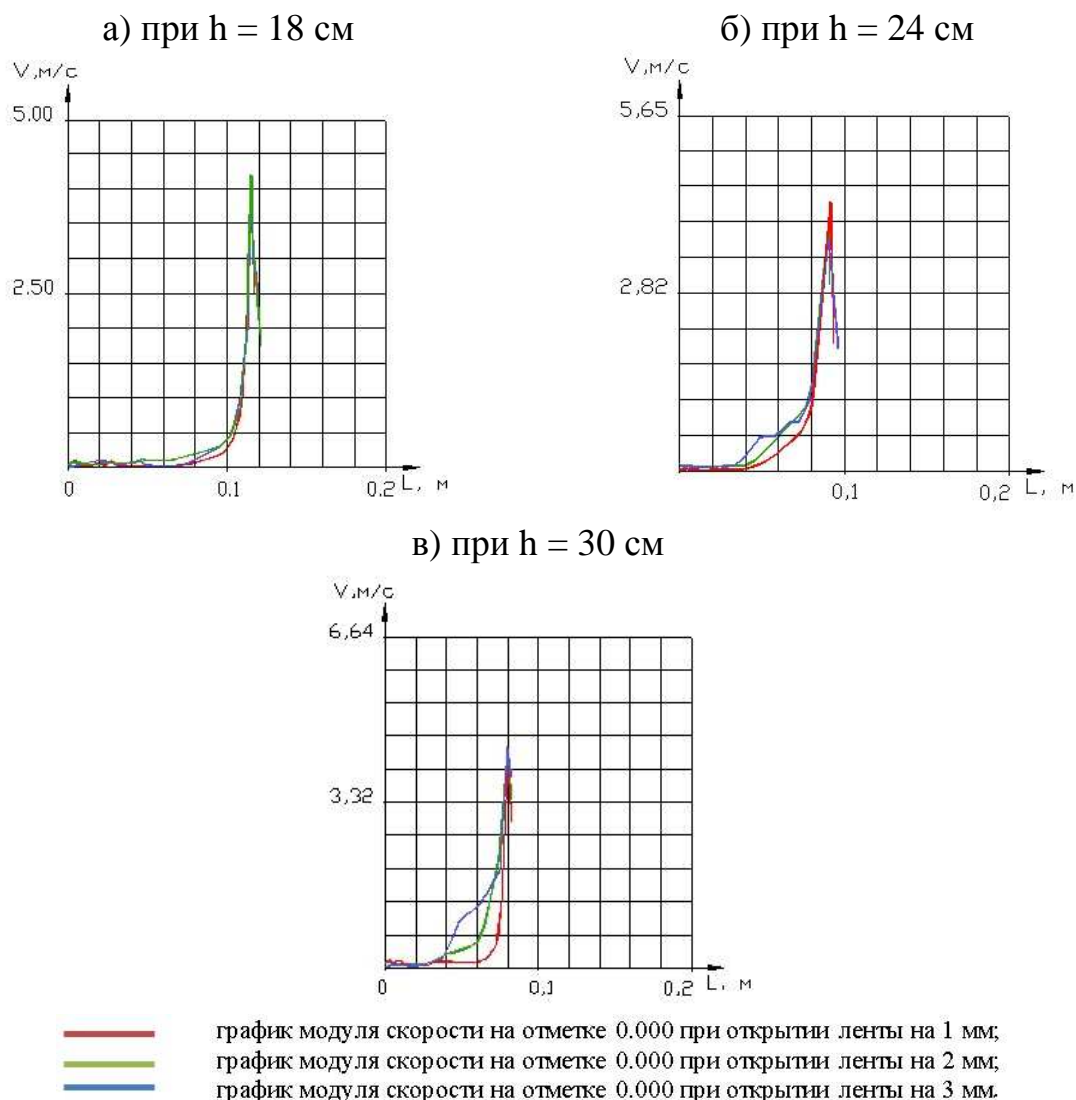


Рисунок 19. Модули скорости потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см, в сечении на отметке 0.00 м

С целью сопоставительного исследования распределения давления потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах

"h" 18, 24, 30 см представлены графики на рисунке 20, в одном сечении, на отметке 0.00 м.

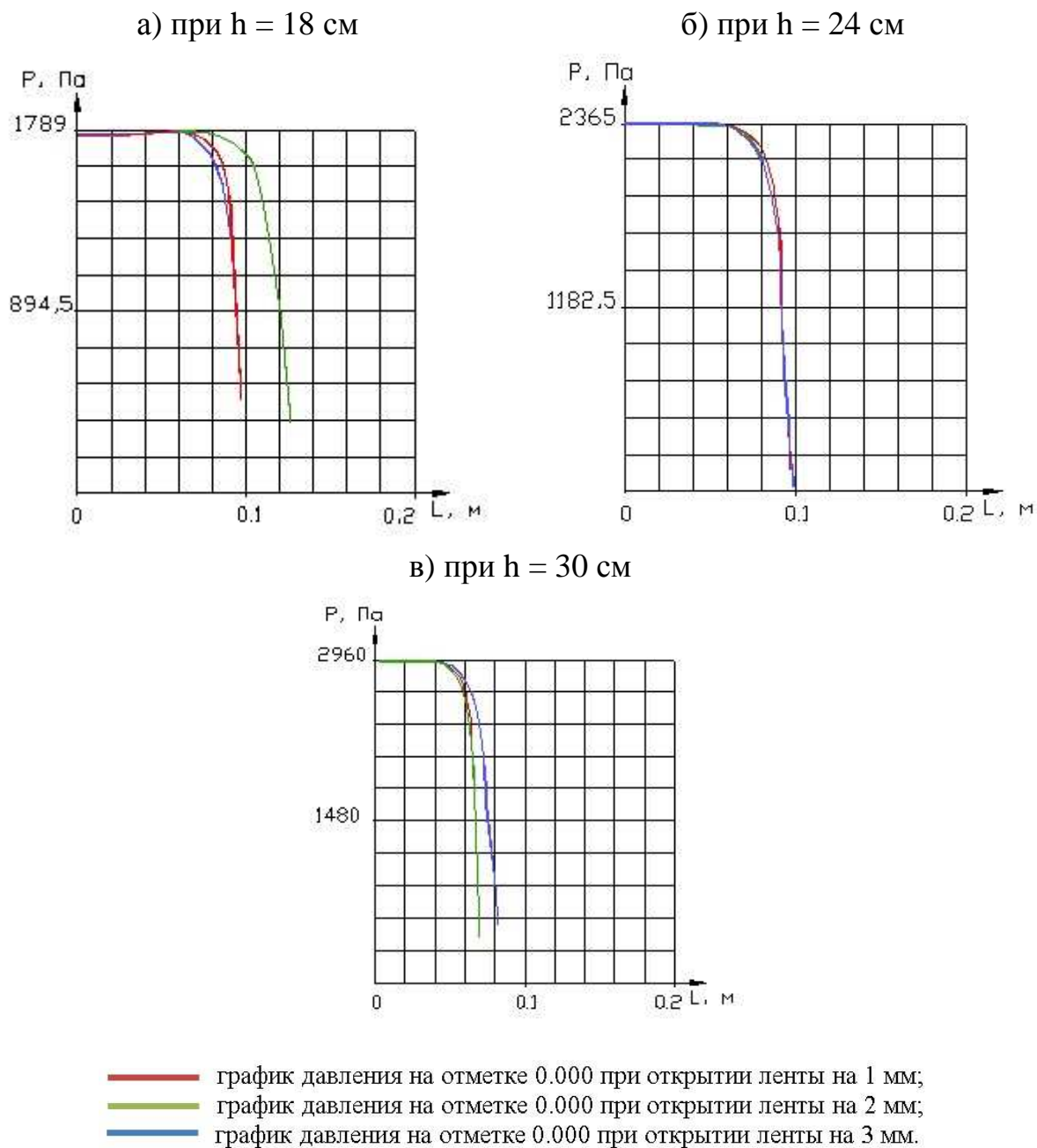


Рисунок 20. Распределение давлений потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см, в сечении на отметке 0.00 м

С целью сопоставительного исследования распределения модулей скоростей потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм,

при напорах "h" 18, 24, 30 см представлены графики на рисунке 21, в одном сечении, на отметке 0.01 м.

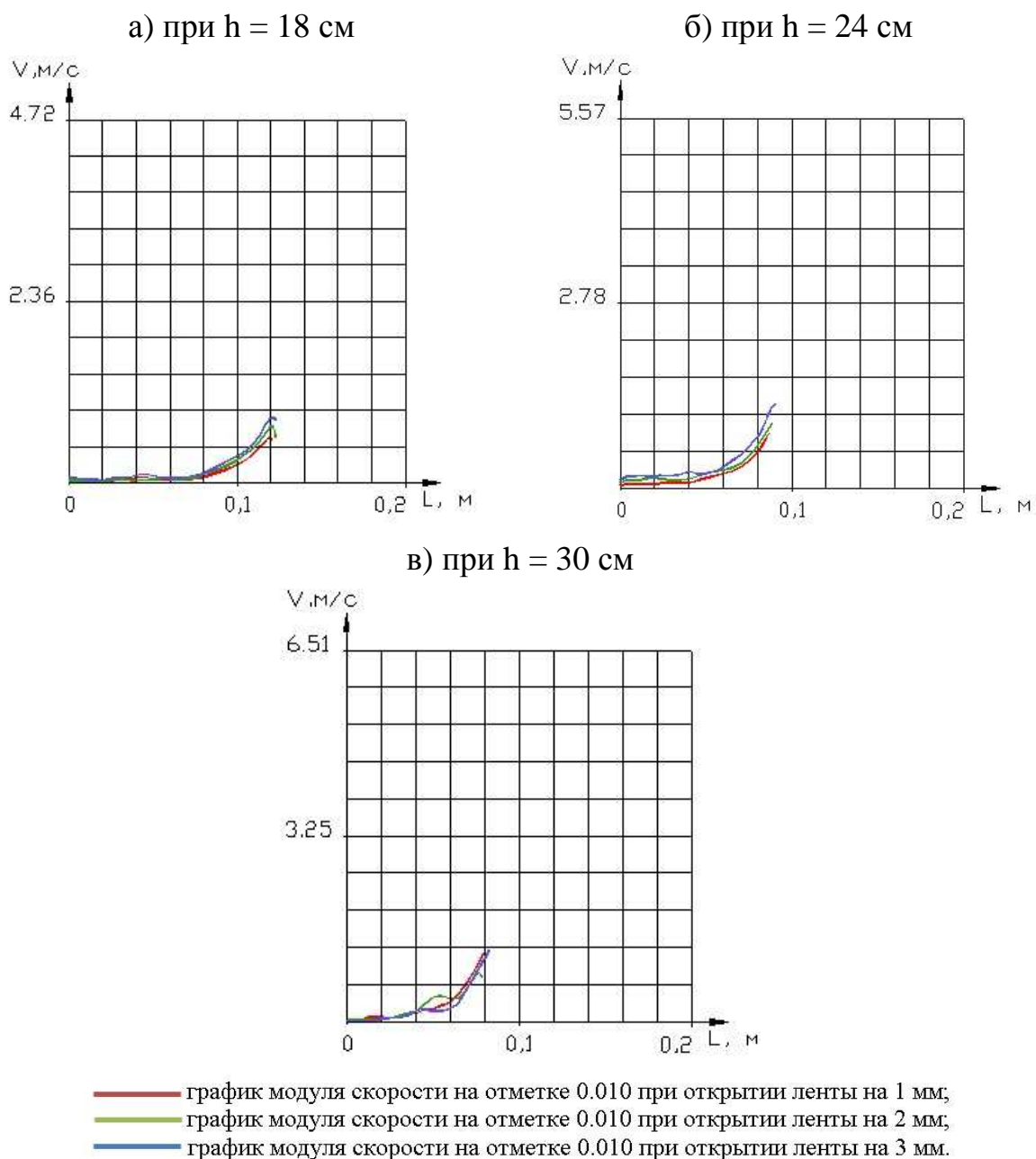


Рисунок 21. Модули скоростей потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см, в сечении на отметке 0.010 м

С целью сопоставительного исследования распределения давлений потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см представлены графики на рисунке 22, в одном сечении, на отметке 0.01 м.

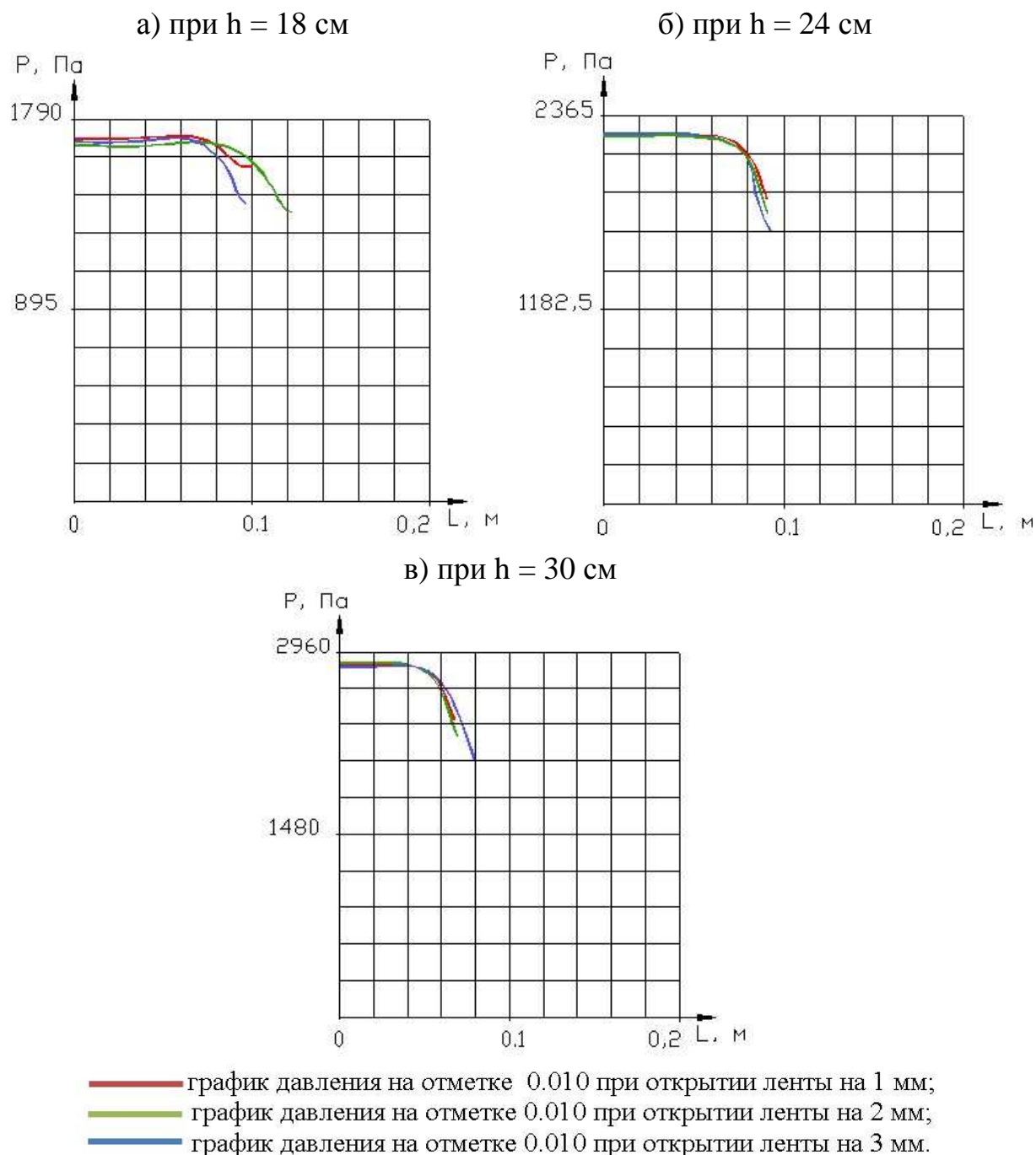


Рисунок 22. Распределение давлений потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см, в сечении на отметке 0.010 м

С целью сопоставительного исследования распределения модулей скоростей потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см представлены графики на рисунке 23, в одном сечении, на отметке 0.02 м.

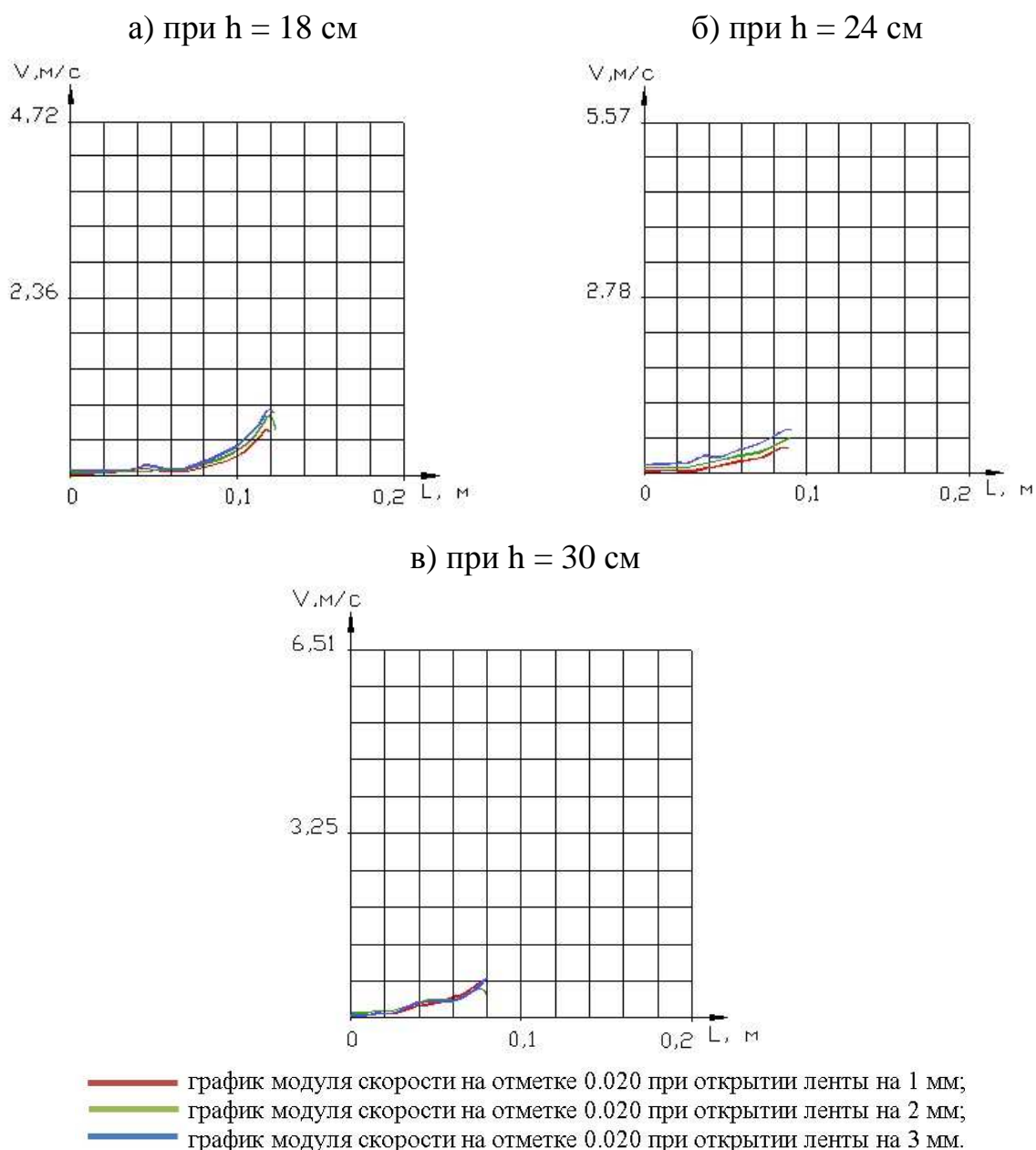
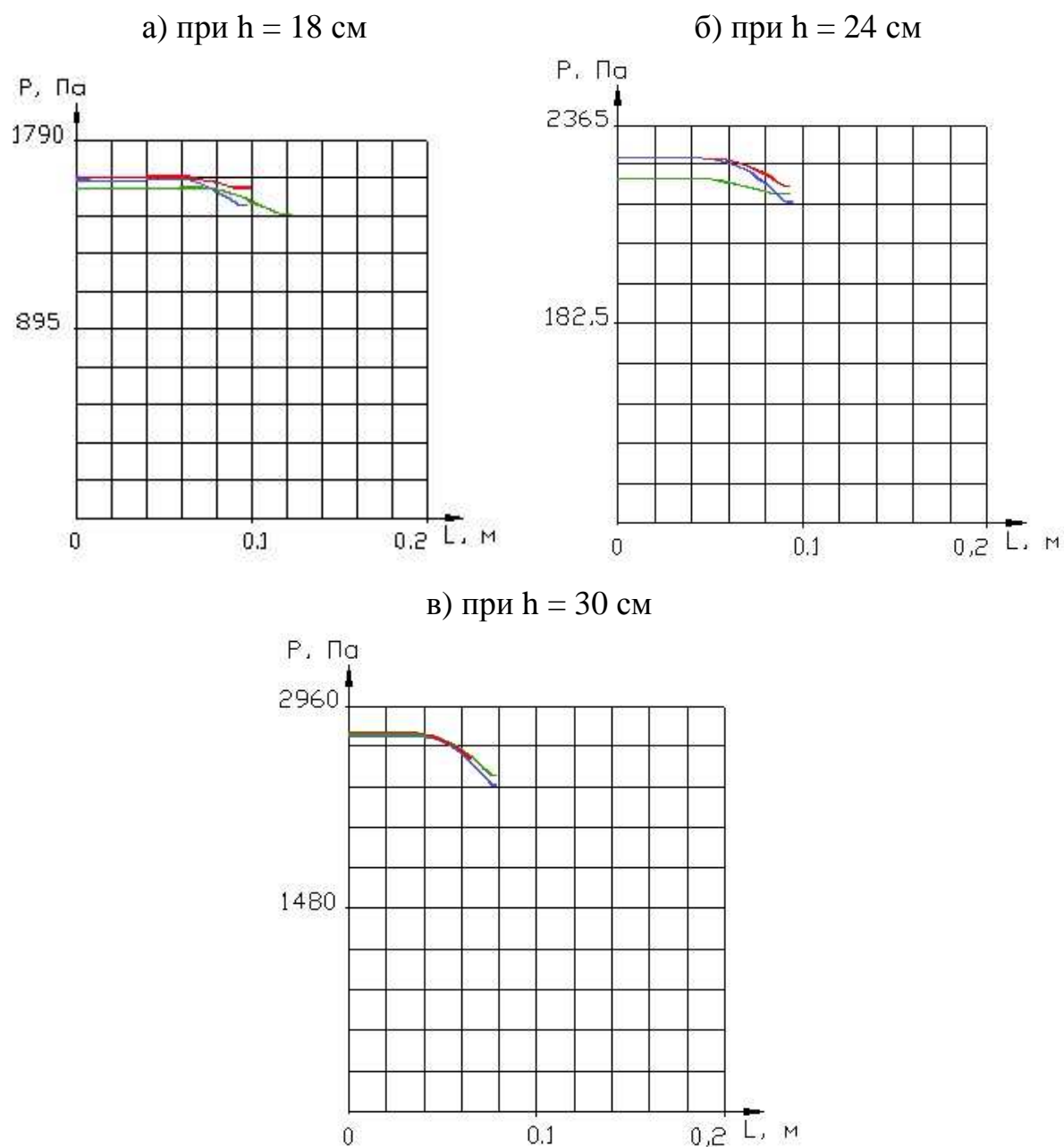


Рисунок 23. Модули скоростей потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см, в сечении на отметке 0.020 м

С целью сопоставительного исследования распределения давлений потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см представлены графики на рисунке 24, в одном сечении, на отметке 0.02 м.



- график давления на отметке 0.020 при открытии ленты на 1 мм;
- график давления на отметке 0.020 при открытии ленты на 2 мм;
- график давления на отметке 0.020 при открытии ленты на 3 мм.

Рисунок 24. Распределение давлений потока внутри регулятора при открытиях ленты на 1, 2 и 3 мм, при напорах "h" 18, 24, 30 см, в сечении на отметке 0.020 м

Представленные графические материалы позволяют осуществить всесторонний гидравлический анализ течения жидкости в лабораторном образце ленточного запорного органа регулятора воды, при небольших

открытиях ленты, находящейся в процессе полного закрытия истечения из регулятора.

Расчеты в программном комплексе FlowVision позволили получить нижеследующие значения величин расхода регулятора от действующего рабочего напора и открытия ленты на седле, которые далее представлены в виде матрицы. В свою очередь для построения графиков поверхности, линий уровня и сечений функции отклика воспользовались программным комплексом wxMaxima.

Исходные данные для решения подготовлены в виде файла. Для его считывания осуществлена загрузка пакета numericalo, который также используется и для записи матричных данных: load("numericalio").

В памяти данные представляются матрицей, для чего функция пакета numericalo - read_matrix считывает матрицу из файла: data:read_matrix("D:/matris/bes_wist.txt").

$$\begin{bmatrix} 18 & 1798 & 1 & 10.07 \\ 24 & 2368 & 1 & 12.56 \\ 30 & 2957 & 1 & 13.93 \\ 18 & 1798 & 2 & 12.63 \\ 24 & 2368 & 2 & 15.14 \\ 30 & 2957 & 2 & 17.72 \\ 18 & 1798 & 3 & 15.08 \\ 24 & 2368 & 3 & 17.84 \\ 30 & 2957 & 3 & 20.76 \end{bmatrix}$$

Для линейного и нелинейного оценивания параметров различных моделей с использованием метода наименьших квадратов предусмотрен пакет lsquares, основная функция которого lsquares_estimates. В данном случае: data - матрица; [h,P,A,Q] - список переменных, дающий названия для каждого столбца матрицы data (даже для столбцов, которые не входят в анализ).

Общий вид модели, параметры которой оцениваются, может быть представлен в следующем виде:

$$Q=a+b*h+c*A+d*h*A+e*h^2+f*A^2;$$

где [a,b,c,d,e,f] - список параметров, содержащий названия параметров, для которых отыскиваются оценки.

```
s:lsquares_estimates (data,[h,P,A,Q], Q=a+b*h+c*A+d*h*A+e*h^2+f*A^2;
                    [a,b,c,d,e,f]);
[[a=259/450;b=181/400;c=229/150;d=91/1200;e=-89/21600;f=-37/300]];
float(%);
[[a=0.57555; b=0.4525; c=1.52666; d=0.075833; e=-0.00412037;
f=-0.123333]];
```

Для расчёта невязок в уравнении, при подстановке в него данных содержащихся в матрице, можно использовать функцию lsquares_residuals (D, x, e, a).

```
lsquares_residuals (data, [h,P,A,Q], Q=a+b*h+c*A+d*h*A+e*h^2+f*A^2,
                    first(s));
[-0.083888; 0.274444; - 0.190555; - 0.045555; - 0.122222; 0.167777;
0.129444; - 0.152222; 0.022777];
F(x,y):=0.5756+0.4525*x+1.5267*y+0.0785*x*y - 0.0041*x^2 - 0.1233*y^2;
Plot 3d ([F(x,y)],[x,18,30], [y,1,3]);
[x label, "Напор h"]; [y label, "Открытие a"];
[z label, "Расход Q"], [plot_format,gnuplot]; [gnuplot_preamble, "set
hidden3d"];
```

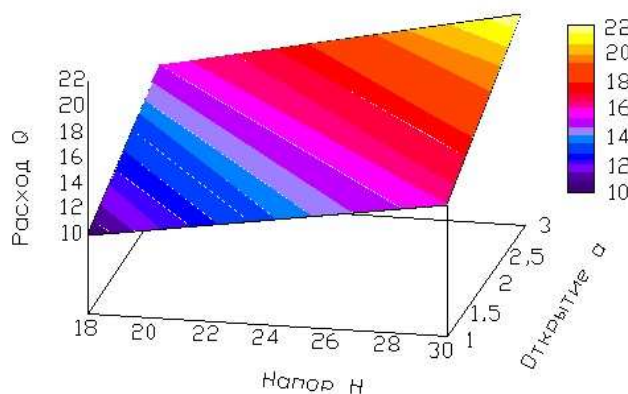


Рисунок 25. График поверхности функции отклика $Q = f(h, a)$

Для построения графика линий уровня функции отклика $Q = f(h, a)$ воспользуемся следующим аппаратом:

```
contour_plot (F (x, y),[x,18,30], [y,1,3];
[x label, "Напор h"],[y label, "Открытие a"],
[gnuplot_preamble, "set cntrparam levels 12"])$.
```

Далее на рисунке 26 представлен график линий уровня функции отклика $Q = f(h, a)$.

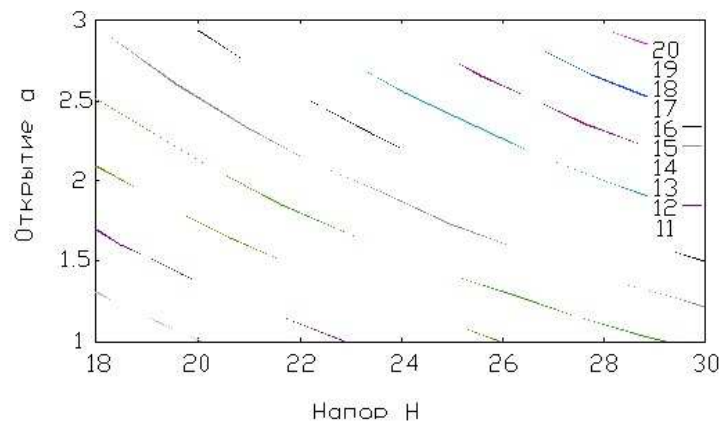


Рисунок 26. График линий уровня функции отклика $Q = f(H,a)$

Для построения сечений поверхности отклика при открытии ленты на 1; 2; 3 мм, представленных на рисунке 27, выполняются следующие расчеты:

$F(x,1)$; $F(x,2)$; $F(x,3)$; Тогда: $F(x,1) = - 0.0041 \cdot x^2 + 0.531 \cdot x + 1.979$;

$F(x,2) = - 0.0041 \cdot x^2 + 0.6095 \cdot x + 3.1358$;

$F(x,3) = - 0.0041 \cdot x^2 + 0.688 \cdot x + 4.0459$;

$\text{Plot 2d} ([F(x,1),F(x,2),F(x,3)], [x,18,30], [y,10,22])$;

$[x \text{ label, "Напор H"}],[y \text{ label, "Расход Q"}]$;

$[plot_format, \text{gnuplot}]; [\text{gnuplot_preamble, "set grid;"}] \$.$

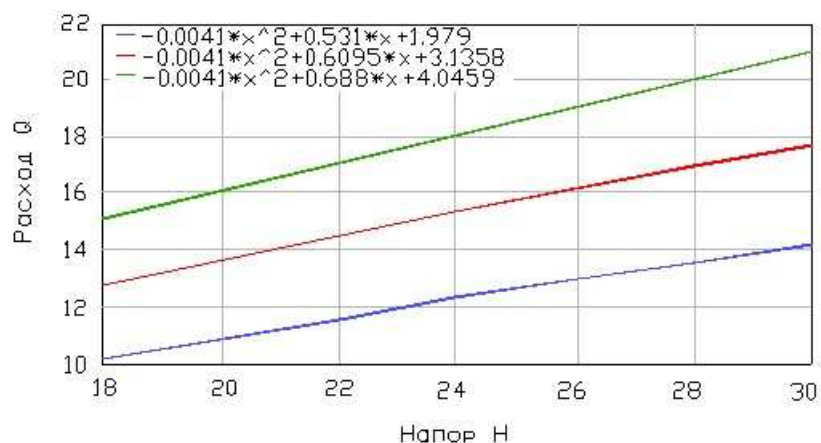


Рисунок 27. Сечения поверхности отклика при открытии ленты на седле регулятора на 1; 2; 3 мм

Для построения сечений поверхности отклика при рабочем напоре в регуляторе 18, 24 и 30 см, представленных на рисунке 28, выполняются следующие расчеты:

$$F(18,y); F(24,y); F(30,y); F1(x) := -0.1233 * x^2 + 2.9397 * x + 7.39219;$$

$$F2(x) := -0.1233 * x^2 + 3.4107 * x + 9.0739;$$

$$F3(x) := -0.1233 * x^2 + 3.8817 * x + 10.4606;$$

$$\text{Plot 2d} ([F1(x), F2(x), F3(x)], [x, 1, 3], [y, 10, 22];$$

$$[x \text{ label, "Открытие a"}, [y \text{ label, "Расход Q"}];$$

$$[\text{plot_format, gnuplot}; [\text{gnuplot_preamble, "set grid;"}])\$.$$

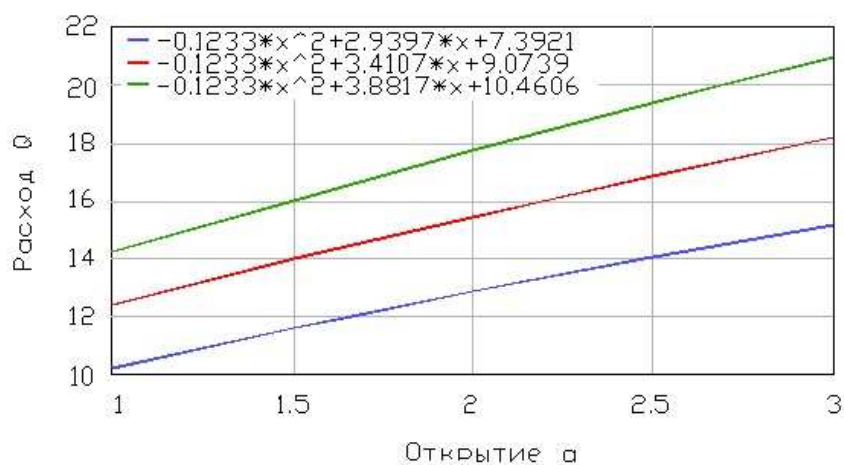


Рисунок 28. Сечения поверхности отклика при рабочем напоре в регуляторе 18, 24 и 30 см

Представленное позволяет всесторонне проанализировать работу ленточного запорного органа, как гидравлически действующего устройства во всех режимах основных факторов и, в дальнейшем, будет способствовать решению вопроса изучения степени влияния внесенных конструктивно-технологических изменений в конструкции регуляторов по работам [10, 11].

Литература

1. *Дегтярев, Г.В.* Теоретические основы характеристик системы автоматического регулирования рисового чека и регулятора уровня/ Г.В. Дегтярев, Н. В. Коженко // Труды Кубанского государственного аграрного университета.- Краснодар, 2013.- Вып.5(44).- С. 252-255.
2. *Дегтярев, В.Г.* Технологические аспекты систем автоматического регулирования (САР) уровня, для трубчатых водовыпусков рисовых чеков / В.Г. Дегтярев, Г.В. Дегтярев // Труды Кубанского государственного аграрного университета.- Краснодар, 2012.- Вып.3(36).- С. 315-318.
3. *Дегтярев, Г.В.* Обоснование мембранного чувствительного элемента для ленточных регуляторов расхода воды/ Г.В. Дегтярев, Н. В. Коженко., Дегтярева О.Г. // Труды Кубанского государственного аграрного университета.- Краснодар, 2013.- Вып.5(44).- С. 256-262.
4. *Дегтярев, В.Г.* Теоретический анализ и экспериментальные исследования адаптивного датчика регулятора расхода воды/ В.Г. Дегтярев, Г.В. Дегтярев // Труды Кубанского государственного аграрного университета.- Краснодар, 2012.- Вып.3(36).- С. 300-303.
5. Пат. 2519508 Российская Федерация, МПК G05D7/01. Регулятор расхода воды/ Дегтярев В.Г., Дегтярев Г.В.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет (RU). - № 2012149515; заявл. 20.11.2012; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.
6. Пат. 2520068 Российская Федерация, МПК G05D7/01. Стабилизатор расхода воды/ Дегтярев В.Г., Дегтярев Г.В.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет (RU). - № 2012148643; заявл. 15.11.2012; опубл. 20.06.2014, Бюл. № 17.
7. *Дегтярев, В.Г.* Ленточный регулятор расхода с адаптивными характеристиками для рисовых чеков / В.Г. Дегтярев, Г.В. Дегтярев // Труды Кубанского государственного аграрного университета.- Краснодар, 2012.- Вып.3(36).- С. 336-340.
8. *Дегтярев, Г.В.* Исследование расходных характеристик регулирующего органа ленточного регулятора расхода воды, методом планирования эксперимента/ Г.В. Дегтярев, Н. В. Коженко // Труды Кубанского государственного аграрного университета.- Краснодар, 2014. - Вып.1(46).- С. 212-218.
9. *Коженко, Н.В.* Исследование расходных характеристик задатчика ленточного регулятора расхода, для рисовых чеков /Н.В. Коженко //Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2014г – Вып. №3(48).- С.158-163.
10. Пат. 2549396 Российская Федерация, МПК G05D7/01. Регулятор расхода воды/ Коженко Н.В.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный

аграрный университет (RU). - № 2014112846; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12.

11. Пат. 2559680 Российская Федерация, МПК G05D7/01; F16K 7/17. Стабилизатор расхода воды/ Коженко Н. В., Дегтярев Г.В.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет (RU). - № 2014113064/06; заявл. 03.04.2014; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22.

References

1. Degtjarev, G.V. Teoreticheskie osnovy harakteristik sistemy avtomaticheskogo regulirovanija risovogo cheka i reguljatora urovnja/ G.V. Degtjarev, N. V. Kozhenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Krasnodar, 2013.- Vyp.5(44).- S. 252-255.

2. Degtjarev, V.G. Tehnologicheskie aspekty sistem avtomaticheskogo regulirovanija (SAR) urovnja, dlja trubchatyh vodovypuskov risovyh chekov / V.G. Degtjarev, G.V. Degtjarev // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Krasnodar, 2012.- Vyp.3(36).- S. 315-318.

3. Degtjarev, G.V. Obosnovanie membrannogo chuvstvitel'nogo jelementa dlja lentochnyh reguljatorov rashoda vody/ G.V. Degtjarev, N. V. Kozhenko., Degtjareva O.G. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Krasnodar, 2013.- Vyp.5(44).- S. 256-262.

4. Degtjarev, V.G. Teoreticheskij analiz i jeksperimental'nye issledovanija adaptivnogo datchika reguljatora rashoda vody/ V.G. Degtjarev, G.V. Degtjarev // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Krasnodar, 2012.- Vyp.3(36).- S. 300-303.

5. Pat. 2519508 Rossijskaja Federacija, MPK G05D7/01. Reguljator rashoda vody/ Degtjarev V.G., Degtjarev G.V.; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet (RU). - № 2012149515; zajavl. 20.11.2012; opubl. 10.06.2014, Bjul. № 16.

6. Pat. 2520068 Rossijskaja Federacija, MPK G05D7/01. Stabilizator rashoda vody/ Degtjarev V.G., Degtjarev G.V.; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet (RU). - № 2012148643; zajavl. 15.11.2012; opubl. 20.06.2014, Bjul. № 17.

7. Degtjarev, V.G. Lentochnyj reguljator rashoda s adaptivnymi harakteristikami dlja risovyh chekov / V.G. Degtjarev, G.V. Degtjarev // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Krasnodar, 2012.- Vyp.3(36).- S. 336-340.

8. Degtjarev, G.V. Issledovanie rashodnyh harakteristik regulirujushhego organa lentochnogo reguljatora rashoda vody, metodom planirovanija jeksperimenta/ G.V. Degtjarev, N. V. Kozhenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Krasnodar, 2014. - Vyp.1(46).- S. 212-218.

9. Kozhenko, N.V. Issledovanie rashodnyh harakteristik zadatchika lentochnogo reguljatora rashoda, dlja risovyh chekov /N.V. Kozhenko //Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar, 2014g – Vyp. №3(48).- S.158-163.

10. Pat. 2549396 Rossijskaja Federacija, MPK G05D7/01. Reguljator rashoda vody/ Kozhenko N.V.; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet (RU). - № 2014112846; zajavl. 02.04.2014; opubl. 27.04.2015, Bjul. № 12.

11. Pat. 2559680 Rossijskaja Federacija, MPK G05D7/01; F16K 7/17. Stabilizator rashoda vody/ Kozhenko N. V., Degtjarev G.V.; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet (RU). - № 2014113064/06; zajavl. 03.04.2014; opubl. 10.08.2015, Bjul. № 22