

УДК 69

DOI 10.21661/r-471699

М.Е. Линьков

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАБОЧИХ ТЕЛ
В НАСОСНОЙ СЕКЦИИ ПГЭМОД СО СТУПЕНЧАТЫМ ЩЕЛЕВЫМ
УПЛОТНЕНИЕМ НА ТЕПЛОНАПРЯЖЁННОСТЬ
ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ**

Аннотация: в данной статье приведены графики зависимостей температур цилиндропоршневой группы от изменения частоты вращения коленчатого вала. экспериментальные исследования показывают, что при использовании различных рабочих тел в насосной секции возможно снизить температуру цилиндропоршневой группы.

Ключевые слова: поршневая гибридная энергетическая машина объёмного действия, цилиндр, щелевое уплотнение, цилиндропоршневая группа, масло.

M.E. Linkov

**THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF USING DIFFERENT WORKING
MASSES IN PUMPING SECTION OF PHPMVA WITH STEP-TYPE SLOT
SEAL ON THERMAL STRESS OF CYLINDER-PISTON GROUP**

Abstract: the graphs of cylinder-piston group's temperature dependences on the changes of the engine speed are presented in this article. Experimental researches show, while using different working masses in pumping section it is possible to decrease cylinder-piston group's temperature.

Keywords: piston hybrid power machine of volumetric action, cylinder, slot seal, cylinder-piston group, oil.

Введение

Одним из основных путей повышения эффективности работы поршневых компрессоров и поршневых насосов является их объединение в единый агрегат, получивший название: поршневая гибридная энергетическая машина объёмного

действия (ПГЭМОД). В результате объединения улучшаются охлаждение сжимаемого газа, сокращаются его утечки, увеличивается кавитационный запас насоса на всасывании, улучшаются массогабаритные показатели и уменьшается работа сил трения [1]

Были разработаны два цилиндра: цилиндр с уплотнением ступенчатого вида и цилиндр с гладким щелевым уплотнением. При проведении экспериментов цилиндр с уплотнением ступенчатого вида показал себя лучше, а именно применение поршневого щелевого уплотнения ступенчатого вида по сравнению с гладким щелевым уплотнением позволило уменьшить температуру деталей цилиндропоршневой группы до 5К. Уменьшить температуру всасываемого газа до 3К. Увеличить коэффициент подачи в компрессорной секции на 10–15%. Увеличить объемный к.п.д. насосной секции на 5% ÷ 10% [1]

Принципиальная схема ПГЭМОД

Были проведены испытания с различными охлаждающими жидкостями. Для выполнения требований в части плавного изменения частоты вращения приводного вала машины, использовался объёмный гидравлический привод, включающий в себя аксиально-поршневой насос переменной производительности модели 313.3.56.804 с давлением нагнетания 6,3 МПа и аксиально-поршневой гидромотор модели 310.3.56.01.03.В.У.

Измерение стационарных давлений производилось с помощью манометров и датчиков мгновенных давлений. Измерение температур на всасывании и нагнетании производилось датчиками TW-N PT100. Для измерения стационарной температуры клапанной плиты использовался датчик модели AD22100 STZ.

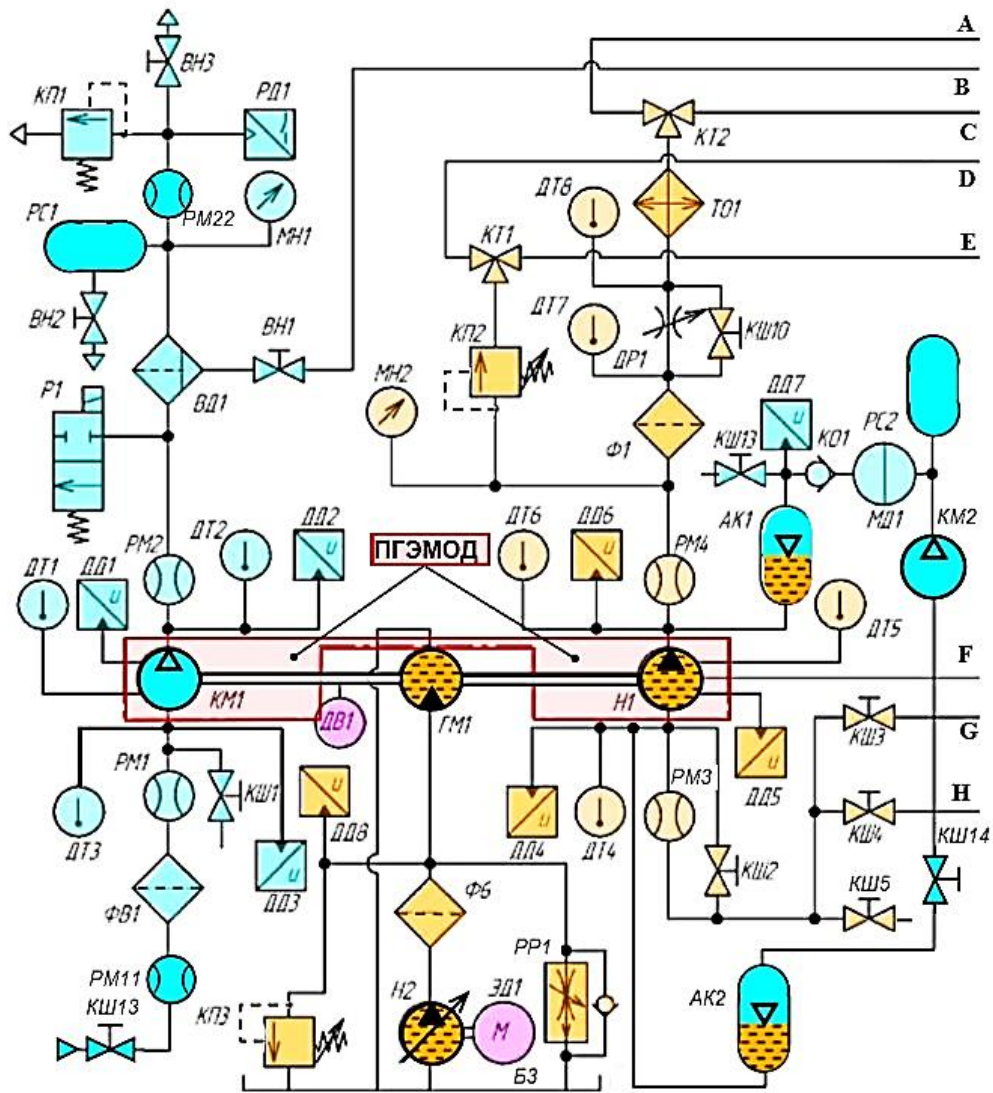


Рис. 1. Гидропневматическая схема экспериментального стенда
для исследования ПГЭМОД (часть 1)

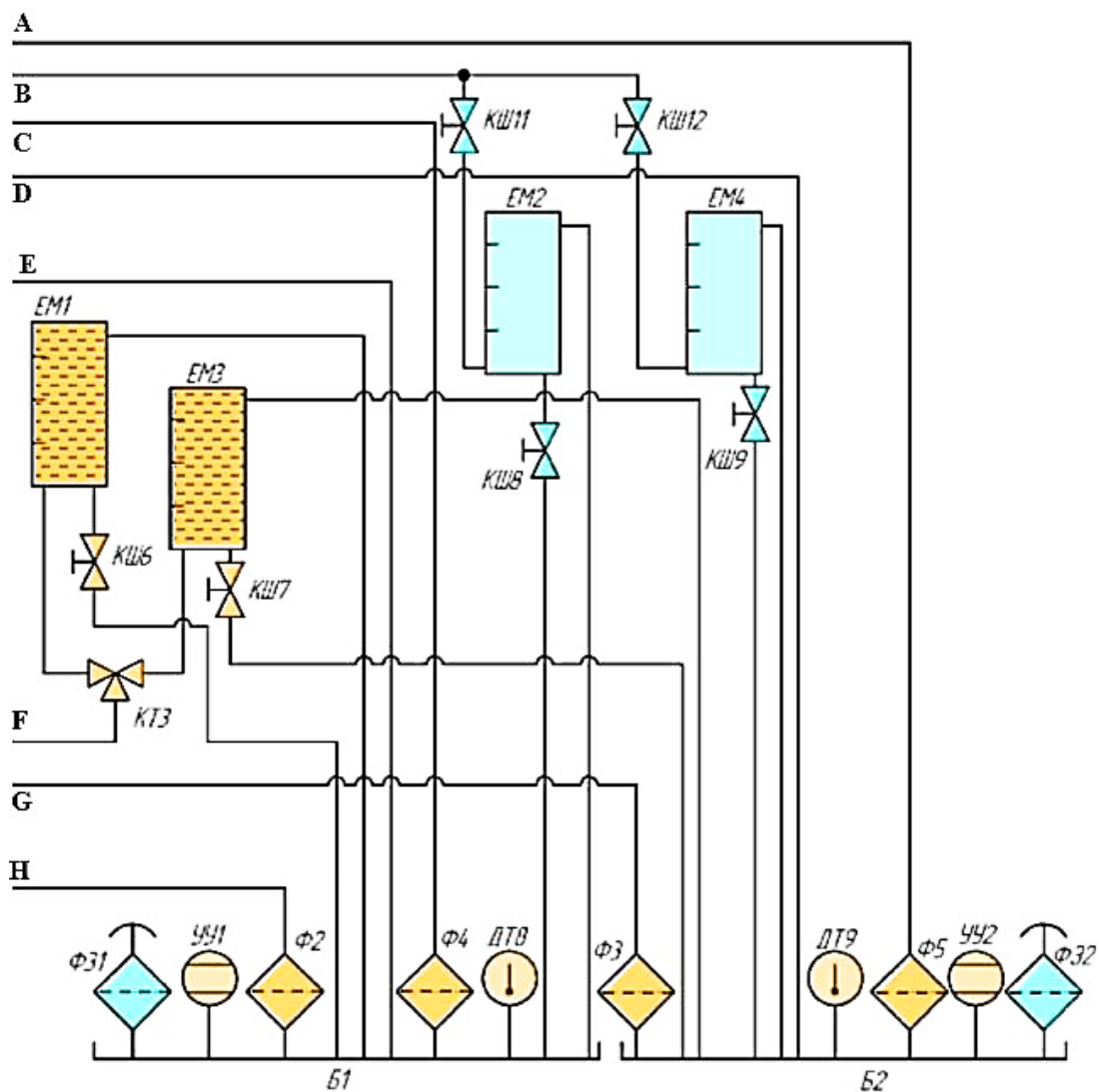


Рис. 1. Гидропневматическая схема экспериментального стенда
для исследования ПГЭМОД (часть 2)

Таблица 1

Обозначения на гидропневматической схеме стенда

Обозначение	Наименование
AK1, AK2	Гидроаккумулятор
Б1...Б3	Бак гидравлический
ВД1	Влагомаслоотделитель
ВН1...ВН3	Кран воздушный
ГМ1	Гидромотор
ДВ1	Датчик контроля оборотов вращения
ДД1...ДД8	Датчик давления
ДТ1...ДТ9	Датчик температуры
ЕМ1...ЕМ4	Ёмкость мерная

КП1...КП3	Клапан предохранительный
КТ1...КТ3	Кран трёхходовой
КМ2	Компрессор
КШ1...КШ14	Кран шаровый
МД1	Мультипликатор давления
МН1, МН2	Манометр
Н2	Насос регулируемый
ПГЭМОД (КМ1, Н1)	Поршневая гибридная энергетическая машина объёмного действия
Р1	Распределитель
РМ1, РМ2	Датчик расхода воздуха
РМ11, РМ22	Расходомеры воздуха
РМ3, РМ4	Датчик расхода жидкости
РР1	Регулятор расхода
РС1, РС2	Ресивер
ТО1	Теплообменник
УУ1, УУ2	Указатель уровня
Ф1...Ф6	Фильтр
ФВ1	Фильтр воздушный
Ф31...Ф32	Фильтр заливной
ЭД1	Электродвигатель

В данной работе были использованы два разных рабочих тела для насосной секции и сравнение между ними. Характеристики рабочих тел приведены ниже.

1. Масло индустриальное И-20А (ГОСТ 20799–88) – масло общего назначения, дистиллятное или смесь дистиллятного с остаточным из сернистых и мало-сернистых нефтей селективной очистки. Не содержит присадок [4].

2. Масло МГЕ-46В (ТУ 38 001347–83) – для гидрообъемных передач, вырабатывают на базе индустриальных масел с антиокислительной, противоизносной, депрессорной и антипенной присадками. Масло обладает высокой стабильностью эксплуатационных (вязкостных, противоизносных, антиокислительных) свойств, не агрессивно по отношению к материалам, применяемым в гидроприводе [5].

Технические характеристики масел

Наименование показателя	Норма по ГОСТ (ТУ)	
Тип масла	И-20А	МГЕ-46В
Вязкость кинематическая при 40°C, мм ² /с	25–35	41,4–50,6
Плотность при 20°C, кг/м ³ , не более	890	890

Результаты и обсуждения

Измерение температур производилось при постоянных значениях давления нагнетания в компрессорной и насосной секциях: $P_{нн} = 9$ бар; $P_{нк} = 5$ бар производилось изменение угловой скорости вращения коленчатого вала от 250 об/мин до 350 об/мин.

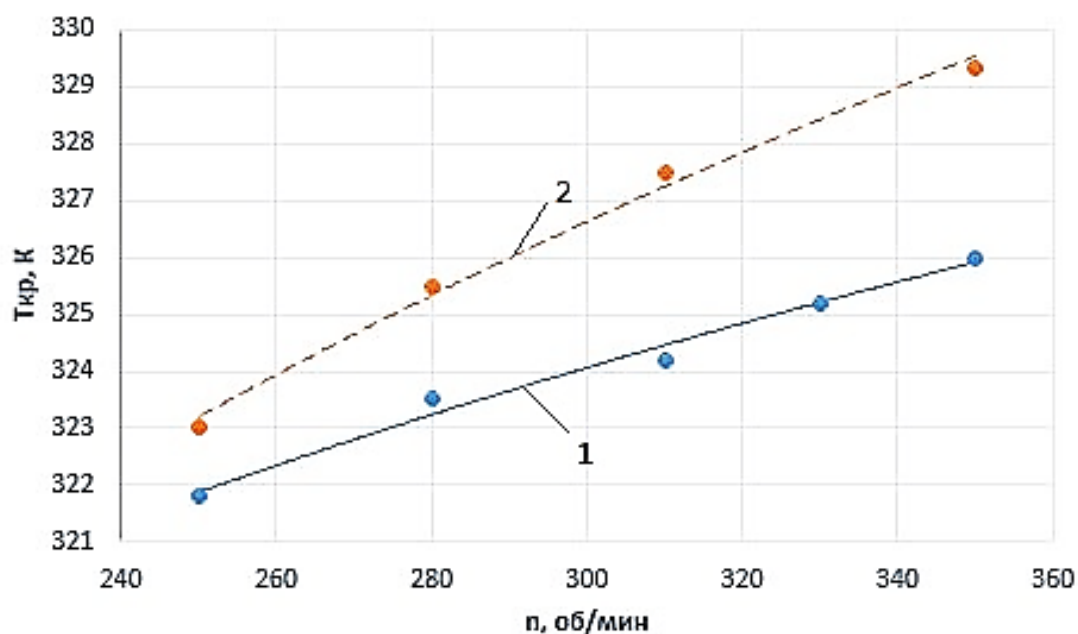


Рис. 2. Зависимость температуры клапанной плиты от частоты вращения коленчатого вала: 1 – масло И-20А, 2 – масло МГЕ-46В

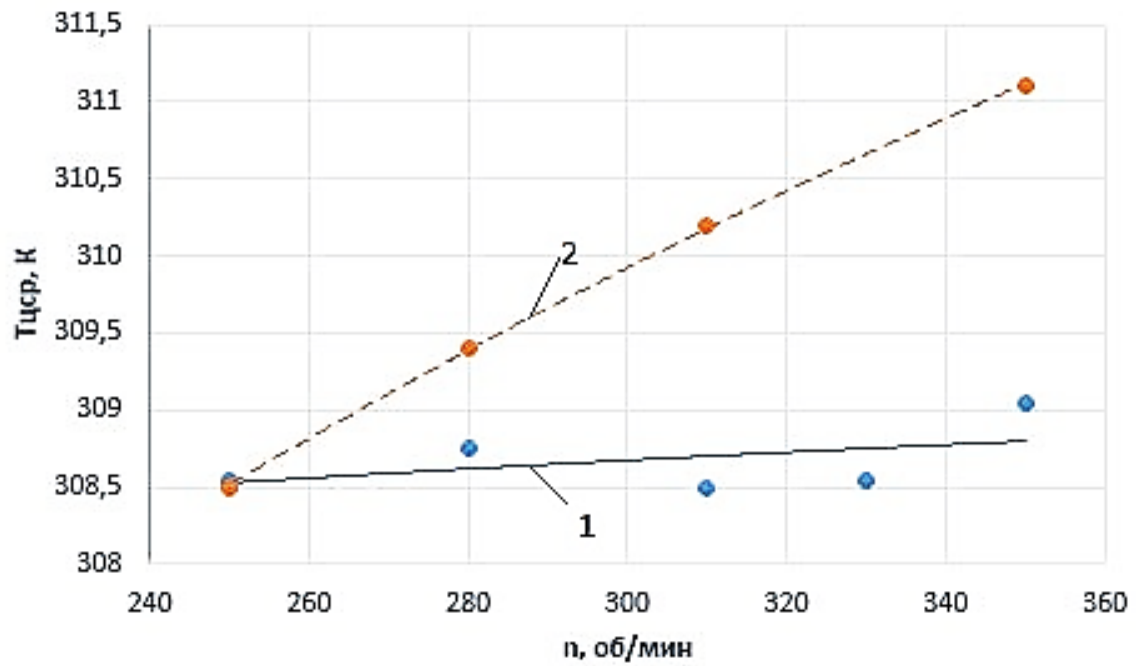


Рис. 3. Зависимость средней температуры цилиндра от частоты вращения коленчатого вала: 1 – масло И-20А, 2 – масло МГЕ-46В

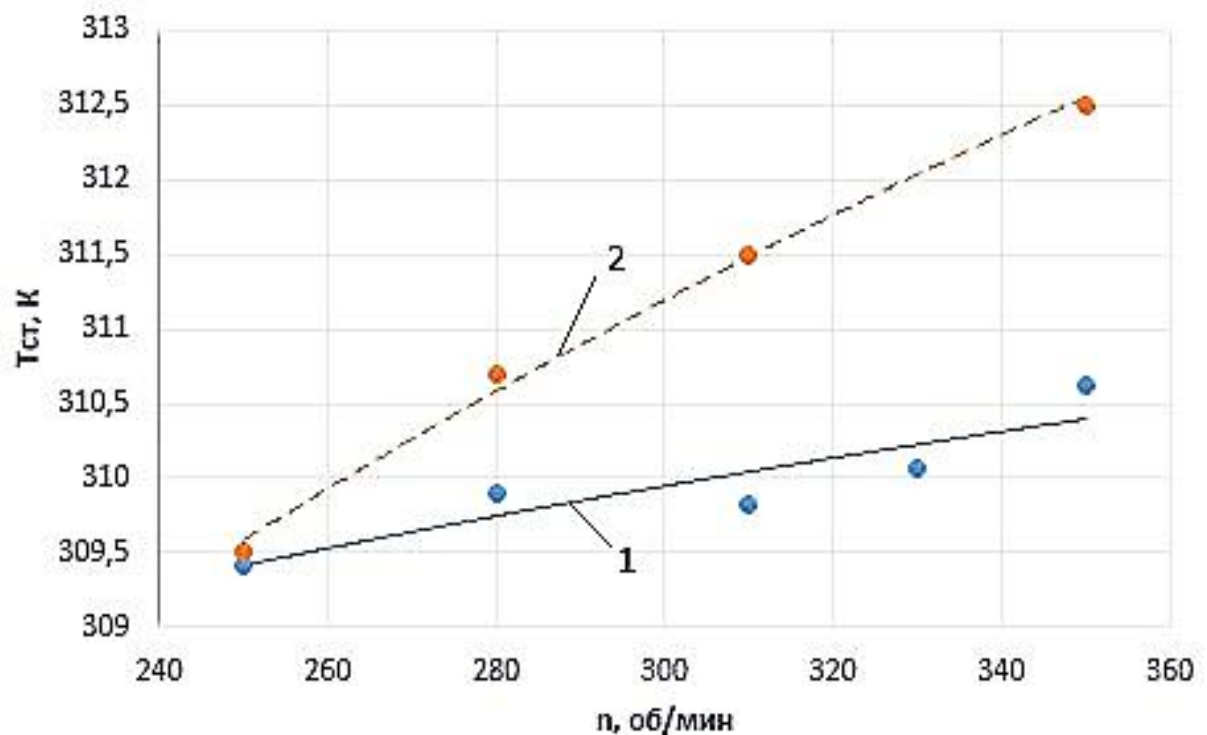


Рис. 4. Зависимость средней температуры цилиндропоршневой группы от частоты вращения коленчатого вала: 1 – масло И-20А, 2 – масло МГЕ-46В

Средняя температура цилиндропоршневой группы измерялась по формуле

$$T_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{кр}}F_{\text{кр}} + T_{\text{ц}}F_{\text{ц}} + F_{\text{р}}T_{\text{wh}}}{F_{\text{кр}} + F_{\text{ц}} + F_{\text{р}}},$$

где $F_{\text{кр}}$, $F_{\text{ц}}$, $F_{\text{р}}$ – площадь поверхности клапанной плиты, цилиндра и поршня;
 $T_{\text{кр}}$, $T_{\text{ц}}$, T_{wh} – температура поверхности клапанной плиты, цилиндра, жидкости на нагнетании насоса.

Основные выводы

С увеличением угловой скорости происходит увеличение температуры цилиндропоршневой группы ПГЭМОД, при этом максимальную разницу в температурах имеет клапанная плита. При использовании масла И-20А температура клапанной плиты на 3К ниже, чем при использовании масла МГЕ-46В (Рис. 2). Также с увеличением угловой скорости растёт и средняя температура цилиндра. При использовании масла И-20А средняя температура цилиндра на 2К ниже, чем при использовании масла МГЕ-46В (Рис.3).

Проведённый комплекс экспериментальных исследований позволил установить, что масло И-20А, использовавшееся в насосной секции, позволяет снизить температуру цилиндропоршневой группы на 2К в отличии от масла МГЕ-46В.

Список литературы

1. Анализ основных преимуществ объединения компрессоров и насосов объёмного действия в единый агрегат / В.Е. Щерба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2015. – №12. – С. 15–19.
2. Щерба В.Е. Насос-компрессоры. Рабочие процессы и основы проектирования / В.Е. Щерба, А.П. Болштянский, В.В. Шалай, А.В. Ходорева. – М.: Машиностроение, 2013. – 367 с.
3. Баженов А.М. Разработка и исследование поршневой гибридной энергетической машины с щелевым уплотнением ступенчатого вида: Дис. ... канд. техн. наук / А.М. Баженов. – ОмГТУ, 2017. – 250 с.
4. ГОСТ 20799–88. Масла индустриальные. Технические условия. Введён с 1990–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 7 с.

5. ТУ 38.001347–83. Масло для гидрообъемных передач МГЕ-46В (МГ-30У). Технические условия. Введён 01.07.1983. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 17 с.

References

1. The analysis of the main advantages of combining compressors and volume-action pumps into a single unit / V.Y. Sherba [and others] // Vestnik mashinostroeniya. – 2015. – №12. – P. 15–19.

2. Shcherba V.Y. Pump-compressors. Work processes and design basis / V.Y. Shcherba, A.P. Bolshtyansky, V.V. Shalay, A.V. Khodoreva. – M.: Mechanical Engineering, 2013. – 367 p.

3. Bazhenov A.M. Development and investigation of a piston hybrid power machine with a slotted seal of the stepped type: dissertation of candidate of technical sciences / A.M. Bazhenov. – OmGTU, 2017. – 250 p.

4. GOST 20799-88. Oils, industrial. Technical conditions. Introduced from 1990-01-01. – M.: Publishing Standards, 2000. – 7 p.

5. TU 38.001347-83. Oil for hydrostatic transmissions МГЕ-46В (МГ-30У). Technical conditions. Introduced on 01/01/1983. – M.: Publishing Standards, 2009. – 17 p.

Линьков Максим Евгеньевич – бакалавр техн. наук, магистрант ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Россия, Омск.

Linkov Maksim Evgenevich – bachelor of technical sciences, graduate student at the Omsk State Technical University, Russia, Omsk.
