

УДК 620

UDC 620

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ БЕНЗИНОВЫХ
НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ****RESULTS OF PILOT RESEARCHES OF
PETROL OIL FRACTIONS**

Харченко Павел Михайлович
к.т.н., доцент, доцент кафедры,
1960324@mail.ru

Kharchenko Pavel Mikhailovich
Candidate of Engineering Science, associate professor,
1960324@mail.ru

Тимофеев Виталий Павлович
студент
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Timofeev Vitaliy Pavlovich
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье рассматриваются результаты экспериментальных исследований бензиновых и нефтяных фракций, их основные физико-химические свойства, плотность и ДНП, жидкая фаза, двухфазная область, критическая область и пограничные кривые

In the article we show the results of pilot studies of petrol and oil fractions, their main physical and chemical properties, density and DNP, a liquid phase, two-phase area, critical area and boundary curves

Ключевые слова: БЕНЗИНОВЫЕ ФРАКЦИИ, НЕФТЯНЫЕ ФРАКЦИИ, ПОГРАНИЧНЫЕ КРИВЫЕ, КРИТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ПАРАФИН, ПРЕДЕЛ ВЫКИПАНИЯ, ПЛОТНОСТЬ, ИЗОТЕРМЫ

Keywords: PETROL FRACTIONS, OIL FRACTIONS, BOUNDARY CURVES, CRITICAL AREA, FIELDS, PARAFFIN, WATER STEAM LIMIT, DENSITY, ISOTHERMS

1. Основные физико-химические свойства фракций

В качестве объектов исследования были выбраны бензиновые фракции трёх различных месторождений: 110-120°C, 105-140°C, НК-180°C, 180-240°C мангышлакской нефти; НК-180°C троицко-анастасьевской нефти и НК-180°C смеси западно-сибирских нефтей.

Подробные характеристики этих нефтей представлены в литературе [1]. Характерной особенностью мангышлакских нефтей является высокое содержание в ней парафина, вследствие чего она имеет высокую температуру застывания, малое содержание серы и большое число смолистых веществ.

Нефти Западной Сибири значительно различаются по качеству в зависимости от приуроченных залежей. В основном это нефти с высоким содержанием серы.

Троицко-анастасьевская нефть IV горизонта является тяжелой низкопарафинистой, малосернистой нефтью, содержит мало бензиновых фракций. Во фракциях этой нефти, выкипающих при температурах выше 120°C преобладают нафтеновые углеводороды, в масляных фракциях более половины состава – это смесь ароматических и нафтеновых углеводородов.

Фракция НК-180°C западно-сибирской нефти получена с промышленной установки, остальные фракции – разгонкой в отраслевой теплофизической лаборатории на специально изготовленном аппарате с ректификационной колонной, снабженной адиабатической оболочкой.

Основные физико- химические свойства и разгонка исследованных фракций по ГОСТ 2177-66 приведены в таблице 1.

Относительную плотность ρ_4^{20} определяли по ГОСТ 3900-85 пикнометром постоянного объёма, показатель преломления n_D^{20} на рефрактометре типа ИРФ-22, модульную массу М – криоскопическим методом в бензоле $T_{Н.К.}$ и $T_{К.К.}$ определяли на аппарате Энтлера по ГОСТ 2177-66, групповой углеводородный состав определяли методом флуоресцентно-индикаторного анализа [3].

Из таблицы видно, что все исследуемые фракции близки по своему углеводородному составу, это, видимо, характерно для бензиновых фракций многих нефтей. Во фракциях троицко-анастасьевской нефти, выкипающих в пределах 180°C содержание нафтенов в 2,5-3 раза больше, чем у аналогичных фракций мангышлакской и западно-сибирских нефтей.

Таблица 1

Основные физико-химические свойства и разгонка
 фракций по ГОСТ 2177-66

Свойства	Предел выкипания фракций, °С					
	110-120 мангыш.	105-140 мангыш.	НК-180 мангыш.	180-240 мангыш.	НК-180 тр.-ан.	НК-180 зап.-сиб.
Показатель преломления n_D^{20}	1,4105	1,4172	1,4170	1,4395	1,4135	1,4135
Плотность ρ_4^{20}	0,7322	0,7454	0,7444	0,7897	0,7552	0,7385
Молекулярная масса, м	108	119,5	118	160	120	110
Среднеобъёмная температура кипения t, °С	119,9	124,9	130,9	204,7	121,6	120
Содержание парафинов и нафтенов, %	91,2	88,2	87,2	90,1	96,5	90,6
Содержание ароматических углеводородов, %	8,8	11,8	12,8	9,9	3,5	9,4
Выкипание, % объёмные	Температура, °С					
0	110	113	95	185	65	65
10	116,5	119,5	102	197	81	91,5
20	117,5	121	110	199,5	103	102
30	119	122	116,8	201	112	107
40	119,3	123	122,3	202	119	113,5
50	119,5	124	129	203,5	125	119,8
60	120	125	137	205	131	125,5
70	120,5	126,5	145	207	135	132
80	121	128,8	153	210	140	140
90	124,5	132,5	161,5	214,8	148	147,8
100	125	146	176	223	157	164,5

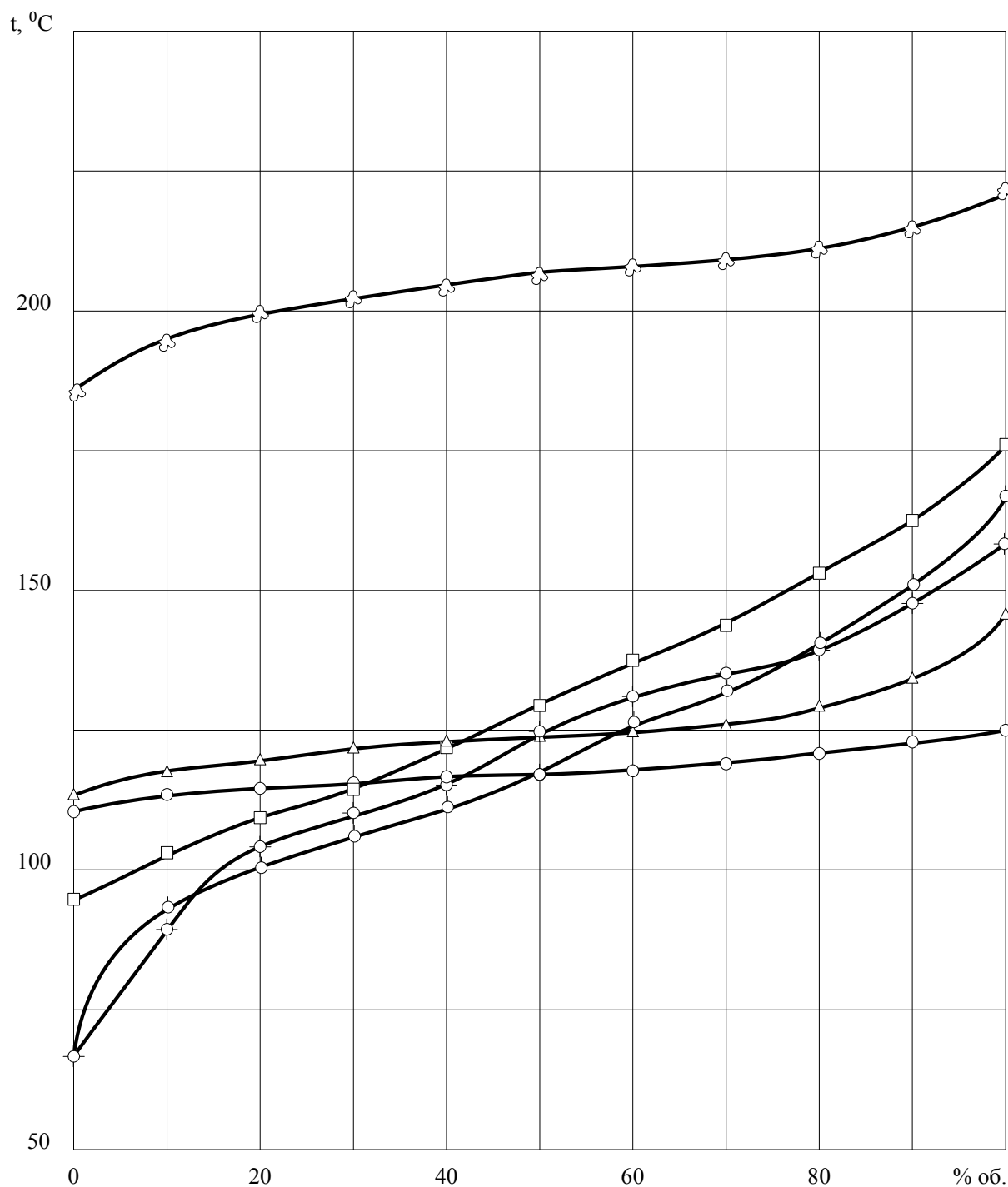


Рис. 1. Кривые разгонки нефтяных фракций

- - 110-120°C манг. н.
- - -НК-180°C манг. н.
- ◐ - -НК-180°C тр.-ан. н.
- △ - -105-140°C манг. н.
- ☼ - -180-240°C манг. н.
- ◑ - -НК-180°C зап.-сиб. н.

2. Плотность и ДНП

Для иллюстрации в этом разделе приводятся различные сечения термодинамической поверхности фр. НК-180°С мангышлакской нефти. Графики зависимости остальных фракций аналогичны и поэтому не приводятся.

2.1. Жидкая фаза

На рис. 2. показана P-V-T зависимость нефтяных фракций. Видно, что изотермы при низких температурах имеют форму слабо наклонных кривых. С увеличением температуры увеличивается значение производной $\frac{\partial G}{\partial P}$. Для взаимного согласования экспериментальных данных и исключения возможных ошибок при измерениях, на графиках проводилось совместное построение изотерм и изобар. Монотонность термодинамической поверхности состояния подтверждала достоверность полученных экспериментальных данных.

2.2. Двухфазная область

На рис. 3. представлены изотермы фракций в P-V-координатах.

В двухфазной области, как видно из рисунка, все изотермы имеют вид слабонаклонных линий, наклон которых увеличивается с увеличением температуры и давления. Наибольшую величину $\frac{\partial G}{\partial P}$ изотермы имеют вблизи левой пограничной кривой. Видимо, это связано с тем, что в двухфазной области вначале выкипают легколетучие компоненты фракции, имеющие наибольшее значение давления насыщенных паров. В середине двухфазной области и вблизи правой пограничной кривой при низких температурах изотермы по форме близки к изобарам.

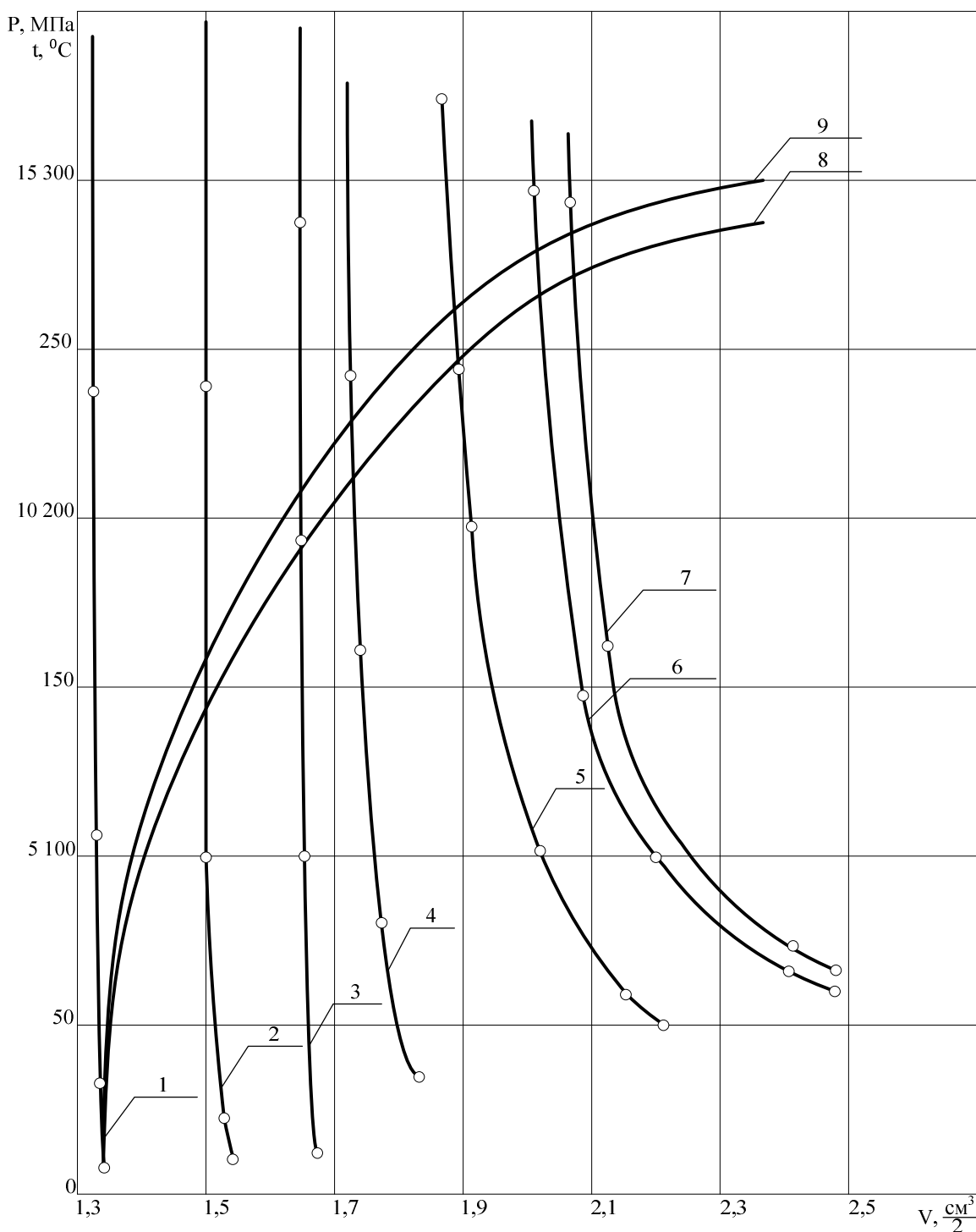


Рис. 2. P-V-T Зависимость фракции НК-180⁰С мангышлакской нефти

Изотермы: 1 – t=130⁰С; 2 – t=180⁰С; 3 – t=230⁰С; 4 – t=280⁰С;

5 – t=300⁰С; 6 – t=305⁰С; 7 – t=310⁰С.

Изобары: 8 – P=3МПа; 9 – P=5МПа.

В P-V-координатах все исследуемые фракции независимо от их ширины имеют примерно одинаковую форму бинодали, т.е. на одних и тех же изотермах интервал выкипания для различных фракций отличался незначительно. Значения удельных объёмов и давлений на линиях насыщения для различных фракций при температуре $t=180^{\circ}\text{C}$ представлены в таблице 2.

Таблица 2

Удельные объёмы и давление на линиях насыщения нефтяных фракций

Название	G' , $\text{см}^3/\text{г}$	G'' , $\text{см}^3/\text{г}$	P' , МПа	P'' , МПа
110-120 $^{\circ}\text{C}$ мангышл. нефть	1,711	44,5	4,39	4,10
105-140 $^{\circ}\text{C}$ мангышл. нефть	1,671	43,5	4,18	3,90
НК-180 $^{\circ}\text{C}$ мангышл. нефть	1,672	37,0	5,12	4,70
НК-180 $^{\circ}\text{C}$ троиц.-ан. нефть	1,643	38,1	5,78	5,04
НК-180 $^{\circ}\text{C}$ зап.-сиб. нефть	1,705	38,0	6,43	5,80

В P-T-координатах наблюдалась явная зависимость расстояния между линиями насыщения от ширины фракции. Чем шире фракция, тем больше расстояние. Это хорошо видно из таблицы 2.

Перепад давлений на линиях насыщения для самой широкой фракции (НК-180 $^{\circ}\text{C}$ западно-сибирской нефти) на изотерме 180 $^{\circ}\text{C}$ больше в 2,5 раза, чем для самой узкой фракции. С увеличением температуры эти различия ещё больше увеличиваются.

2.3. Пограничные кривые

Показанные на рис. 3. и рис.4. пограничные кривые НК-180 $^{\circ}\text{C}$ мангышлакской нефти в P-V и P-T координатах получены в результате графической обработки крупномасштабных графиков, разрешающая способность которых соответствовала точности получения экспериментальных данных.

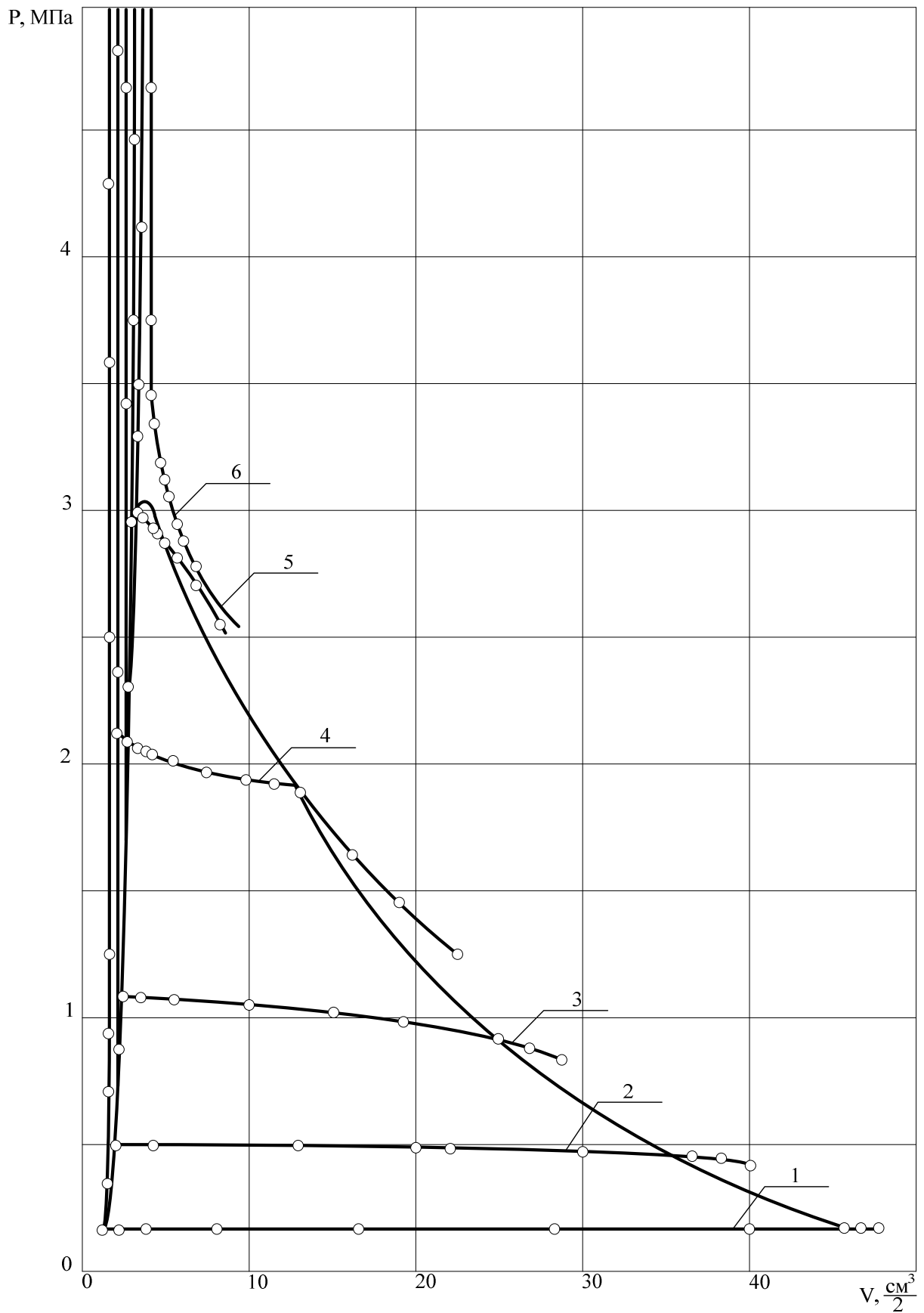


Рис. 3. Изотермы фракций НК-180⁰С мангышлакской нефти

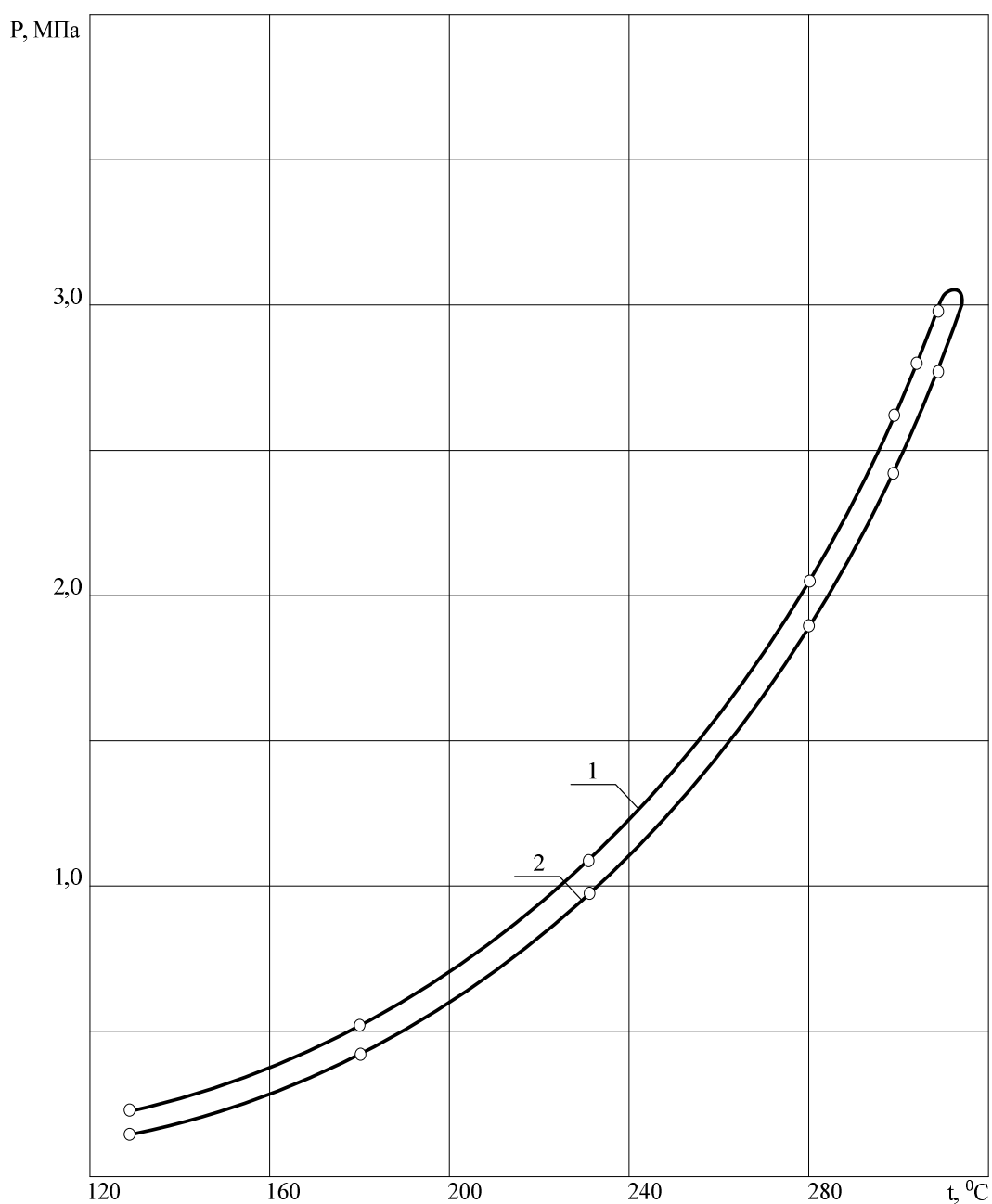


Рис. 4. Пограничные кривые фракций НК-180°С

- 1 – левая пограничная кривая
- 2 – правая пограничная кривая

В непосредственной близости от критической точки изломы на изотермах исчезали, поэтому графики строились в логарифмических и двойных логарифмических координатах, но при этом увеличивалась погрешность выделения точек пограничных кривых.

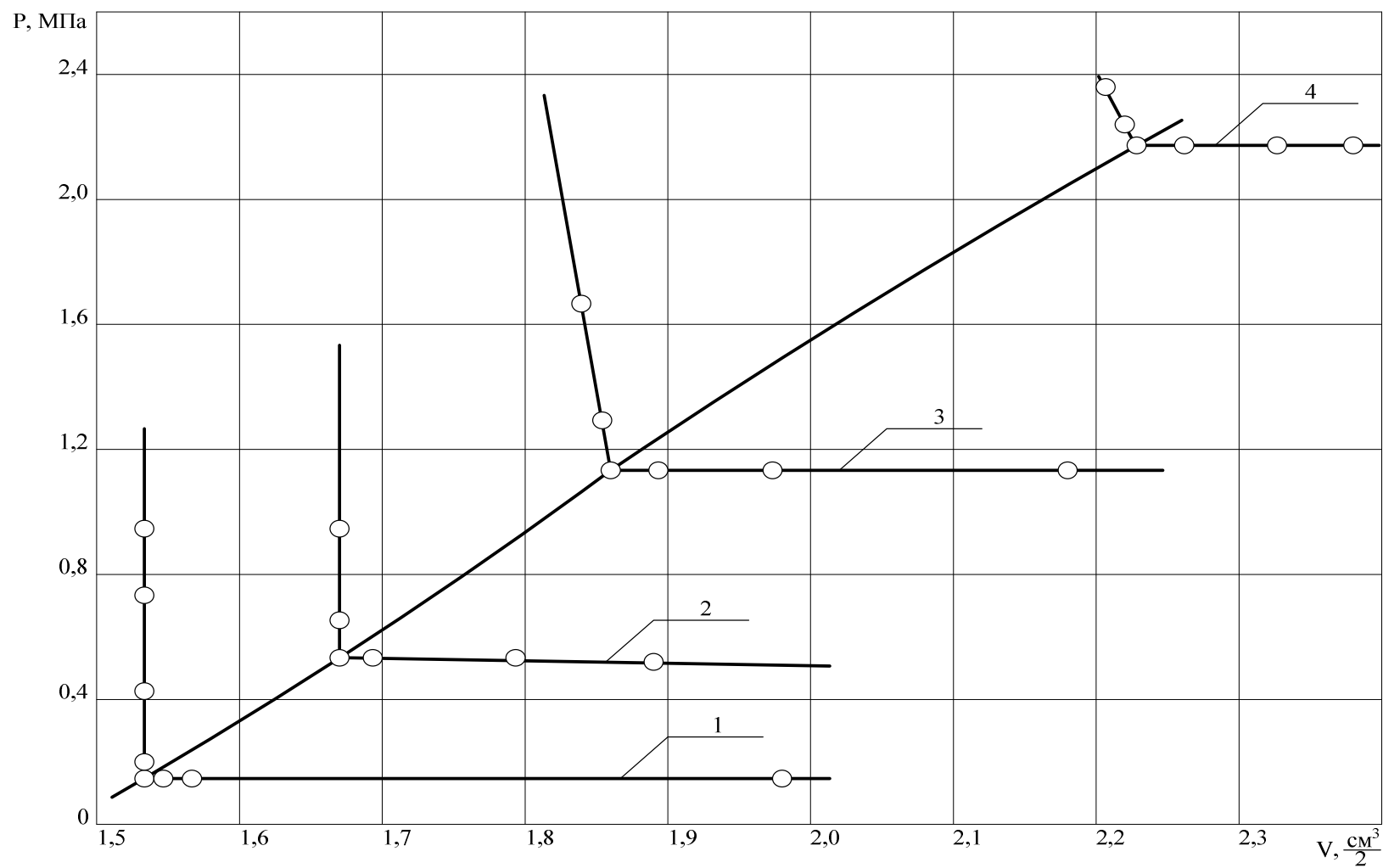


Рис. 5 Левая пограничная кривая фракции НК-180°C мангышлакской нефти
Изотермы: 1 – 130°C, 2 – 180°C, 3 – 230°C, 4 – 280°C.

На рис. 5. представлен фрагмент выделения левой пограничной кривой в увеличенном масштабе. Аналогично выделялась и правая пограничная кривая. Подобные графики были построены для всех фракций. Помимо излома точки на пограничных кривых определялись по \min функции в PV - P координатах.

Ошибка выделения плотности на левой пограничной кривой примерно в 2 раза больше погрешности измерений и возрастает до 3-4 раз. Для правой пограничной кривой эта ошибка в 3-5 раз выше погрешности измерений.

Было замечено, что левая пограничная кривая имеет S-образную форму, но выраженную менее значительно, чем у правой. Для всех фракций область перегиба левой пограничной кривой (кроме фракций 180-240 °С мангышлакской нефти) лежит примерно в одном температурном интервале 180-200°С. Этот характерный изгиб хорошо виден на рис. 5.

2.4. Критическая область

С целью уменьшения погрешности построения пограничных кривых в критической области по полученным результатам для всех фракций были построены крупномасштабные $\rho - t$ графики, с помощью которых сделана попытка определить критическую температуру и критическую плотность. Для иллюстрации представлен рис. 6., из которого видно, что выделение критических параметров связано с неопределенностью, обусловленной вариацией значений ρ на линии насыщения вблизи критической точки. Относительная максимальная ошибка определения критических температур для исследованных фракций составила $\pm 0,04 + 0,05\%$. По этим же графикам определялись значения критических плотностей. Для этого использовалось правило прямолинейного диаметра. Относительная максимальная ошибка определения для всех фракций была $\pm 0,5 + 1\%$. Критические значения давлений определялись с использованием графиков в $P-V$ координатах. Параметры были определены для всех исследованных образцов, кроме фракции 180-240°С мангышлакской нефти.

Полученные таким образом значения критических параметров были в дальнейшем использованы при предварительном обобщении экспериментальных данных.

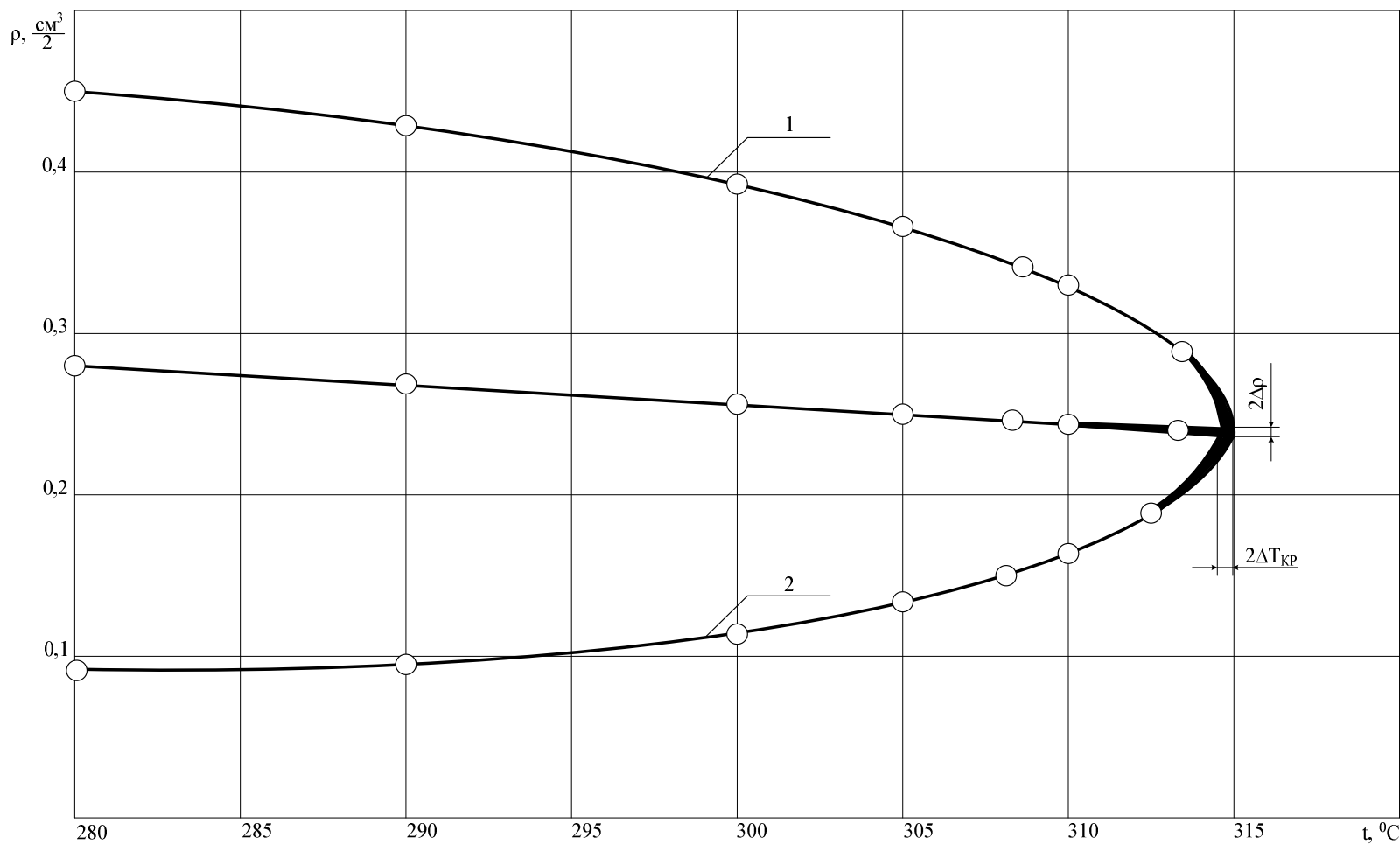


Рис. 6. Пограничные кривые фракций НК-180 °С мангышлакской нефти в критической области

1 – левая пограничная кривая, 2 – правая пограничная кривая.

Список литературы

1. Харченко П. М. Исследование плотности и давления насыщенных пород нефтяных фракций / П. М. Харченко, В. П. Тимофеев// Труды КубГАУ. – Краснодар. – 2012. – Т1. – №39. – С. 140 – 142.
2. Харченко П. М. Экспериментальная установка и методики исследования плотности и ДНП агропромышленных сточных вод/ П. М. Харченко, В. В. Христиненко, Н. А. Блощинский// Труды КубГАУ. – Краснодар. – 2012. – Т1. – №37. – С. 238 – 242.
3. Потапенко И. А. Способ термической обработки деталей машин/ И. А. Потапенко, П. М. Харченко; патент на изобретение RUS 2297459, 12.10.2005.
4. Андрейчук В. К. Термоадаптивный блок озонатора/ В. К. Андрейчук, П. М. Харченко; патент на изобретение RUS 2181103, 19.10.1999.
5. Оськин С. В. Ветроэнергетическая установка/ С. В. Оськин, Д. П. Харченко, П. М. Харченко; патент на изобретение RUS 2299356, 22.02.2006.
6. Харченко П. М. Вентиляция производственных и коммунально-бытовых зданий/ П. М. Харченко, В. В. Христиненко, А. А. Тимофеев// Труды КубГАУ. – Краснодар. – 2012. – Т1. – №37. – С. 271 – 275.
7. Харченко П. М. Расчёт вентиляции и отопления производственного здания/ П. М. Харченко, В. П. Тимофеев// Труды КубГАУ. – Краснодар. – 2013. – Т1. – №42. – С. 152 – 155.

References

1. Harchenko P. M. Issledovanie plotnosti i davleniya nasischennih porod neftyanih frakciy/ P. M. Harchenko, V. P. Timofeev// Trudi KubGAU. – Krasnodar. – 2012. – T1. – №39. – S. 140 – 142.
2. Harchenko P. M. Eksperimentalnaya ustanovka i metodiki issledovaniya plotnosti i DNP agropromishlennih stochnih vod/ P. M. Harchenko, N. A. Bloschinskiy// Trudi KubGAU. – Krasnodar. – 2012. – T1. – №37. – S. 238 – 242.
3. Potapenko I. A. Sposob termicheskoy obrabotki detaley mashin/ I. A. Potapenko, P. M. Harchenko; patent na izobretenie RUS 2297459, 12.10.2005.
4. Andreychuk V. K. Termoadaptivniy blok ozonatora/ V. K. Andreychuk, P. M. Harchenko; patent na izobretenie RUS 2181103, 19.10.1999.
5. Oskin S. V. Vetroenergeticheskaya ustanovka/ S. V. Oskin, D. P. Harchenko, P. M. Harchenko; patent na izobretenie RUS 2299356, 22.02.2006.
6. Harchenko P. M. Ventilyaciya proizvodstvennih i kommunalno-bitovih zdaniy/ P. M. Harchenko, V. V. Hristichenko, A. A. Timofeyuk// Trudi KubGAU. – Krasnodar. – 2012. – T1. – №37. – S. 271 – 275.
7. Harchenko P. M. Raschet ventilyacii i otopeniya proizvodstvennogo zdaniya/ P. M. Harchenko, V. P. Timofeev// Trudi KubGAU. – Krasnodar. – 2013. – T1. – №42. – S. 152 – 155.