

---

---

## РАЗДЕЛИТЕЛИ

### 6.1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ

#### Краткое описание

Предложенное устройство (рис. 6.1) относится к устройствам для разделения двух несмешивающихся жидкостей, различающихся плотностью. Устройство может применяться в установках низкотемпературной конденсации и конденсации.

Устройство работает следующим образом.

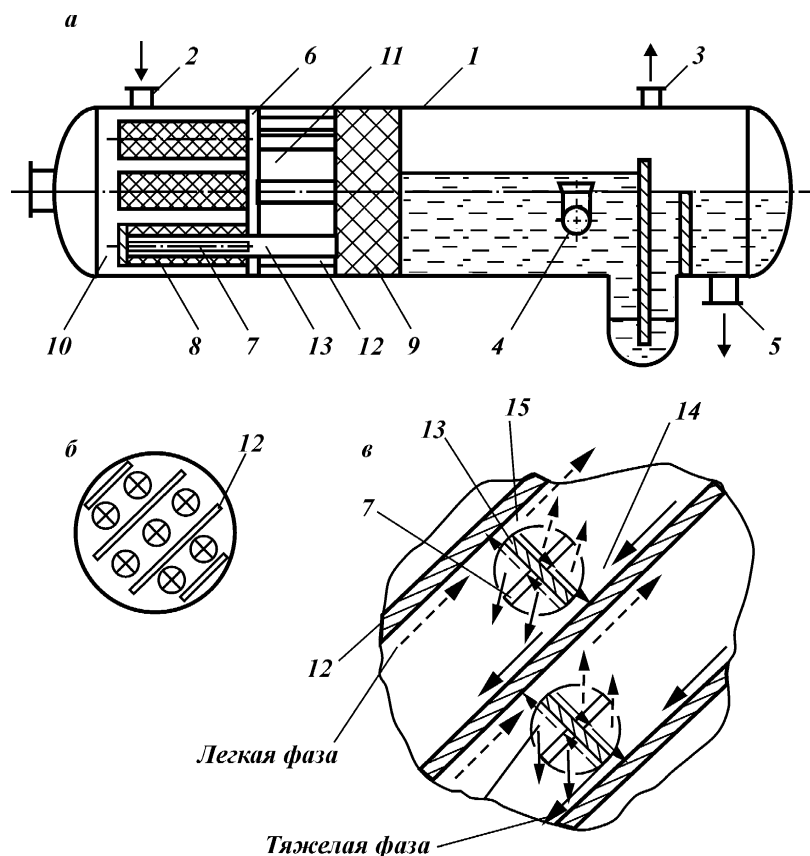
Жидкость подается в аппарат через штуцер 2 и распределяется между коалесцирующими патронами 8. Затем жидкость проходит пористый слой патрона 8 с развитой поверхностью, где мелкие частицы тяжелой жидкости коалесцируют и попадают на пластины 13, с которых через воронкообразный слив 14 тяжелая жидкость перетекает на наклонные распределительные пластины 12, а с последних – в нижнюю часть аппарата.

Легкая жидкость поднимается из-под наклонных распределительных пластин 12 и собирается в средней части устройства. Газ выветривания поступает в верхнюю часть корпуса 1, проходит сепарационное устройство 9, где отделяется от жидкости и отводится через штуцер 3.

Тяжелая и легкая жидкости также проходят сепарационное устройство 9, на котором происходит окончательное разделение жидкостей и их отвод через штуцер 4 и 5 соответственно.

#### Эффективность

Эффективность разделения несмешивающихся жидкостей повышается путем исключения повторного их перемешивания. Техническое решение широко используется в промышленности.



**Рис. 6.1. Устройство для разделения несмешивающихся жидкостей:**  
*a* – общий вид; *б* – вид на поперечную решетку; *в* – взаимное расположение распределительных и сливных пластин;  
 1 – корпус; 2 – ввод исходной смеси газа; 3 – выход газа; 4 – выход легкой жидкости; 5 – выход тяжелой жидкости; 6 – поперечная решетка; 7 – крестовина; 8 – патроны; 9 – сепарационное устройство; 10, 11 – коалесцирующая и разделительная камеры; 12 – распределительные пластины; 13 – сливные пластины; 14 – воронкообразный слив; 15 – каналы для перетока легкой жидкости

#### Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

#### Литература

Авторское свидетельство № 610537, БИ № 22, 1978 (Авторы: Г.К. Зиберт, О.Г. Камаров, Ю.А. Кашицкий, А.В. Виноградова).

## 6.2. ТРЕХФАЗНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ

### Краткое описание

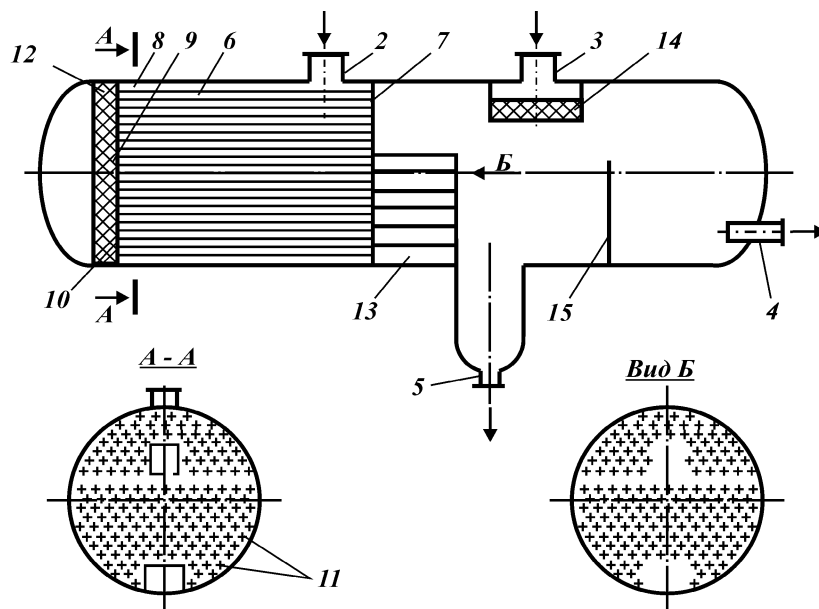
Трехфазный разделитель (рис. 6.2) относится к аппаратам для разделения смесей газ – жидкость – жидкость и используется преимущественно для разделения смесей, загрязненных механическими примесями или содержащих высоковязкие жидкости.

Трехфазный разделитель работает следующим образом.

Исходная смесь через патрубок 2 поступает в межтрубное пространство, ограниченное герметичными диафрагмами 7 и 8, где происходит газожидкостная сепарация в пучке труб, расположенных выше перегородки 15, за счет инерционных сил при изменении направления движения газожидкостного потока к вырезу 9 в диафрагме 8 и гравитационных сил, которые действуют на не осевшие капли в процессе движения потока от патрубка входа 2, находящегося вблизи диафрагмы 7 к вырезу 9. Гравитационному осаждению способствует также коалесценция капель жидкости на внешней поверхности сплошных труб. Из межтрубного пространства газ удаляется через вырез 9. Затем проходит сетчатый пакет 12, в котором происходит коалесценция мелких частиц унесенной жидкости. Поменяв направление на  $180^\circ$  и пройдя вторично через сетчатый пакет 12, газ попадает в пакет из сплошных труб 6. При изменении направления движения из газового потока частично отделяются укрепленные в пакете 12 частички жидкости. Оставшиеся капли жидкостной фазы укрупняются за счет коалесценции при вторичном прохождении потока через сетчатый пакет 12, что улучшает дальнейшее осаждение тяжелых фаз в сплошных трубах. Живое сечение пакета из сплошных труб для газа (выше перегородки) выбирают таким образом, чтобы режим течения газожидкостного потока в трубах был ламинарным (расслоенным).

При создании указанного режима течения газожидкостного потока и при соотношениях диаметра труб к длине от 0,02 до 0,1 практически вся унесенная жидкая фаза будет осаждена на внутренние стенки труб. После пакета из сплошных труб газ, отделившийся от жидкости, отводится из корпуса аппарата через патрубок 3, предварительно пройдя сетчатый отбойник 14, установленный для устранения вторичного уноса осевшей жидкости.

В смеси двух отделившихся от газа фаз – эмульсии, скапливающейся до определенного уровня в межтрубном простран-



**Рис. 6.2. Трехфазный разделитель:**

1 – корпус; патрубки: 2 – подачи исходной смеси, 3 – выхода газа, 4, 5 – выхода разделенных жидкостей; 6 – пакет сплошных труб; 7, 8 – диафрагмы; 9, 10 – вырез; 11 – трубы; 12 – сетчатый пакет; 13 – наклонные пластины; 14 – сетчатый отборник; 15 – перегородка

стве, происходит коалесценция дисперсной фазы на внешней поверхности сплошных труб с дальнейшим осаждением укрупненных капель. Затем смесь и частично отделившаяся наиболее тяжелая фаза через вырез 10 диафрагмы 8 и сетчатый пакет 12 поступает в пространство между корпусом аппарата и диафрагмой 8, откуда, пройдя сетчатый пакет 12, способствующий коалесценции капель, направляется в пакет из сплошных труб 6, а отделившаяся наиболее тяжелая фаза поступает в трубы 11, с помощью которых отводится в зону патрубка 5, предназначенного для удаления наиболее тяжелой фазы из корпуса 1. Наличие сетчатого пакета 12 позволяет до поступления смеси двух фаз в сплошные трубы 6 укрупнить за счет коалесценции на сетке мелкие капли и частично отделить наиболее тяжелую фазу, удаляемую с помощью труб 11.

Затем разделенные фазы, не смешиваясь, благодаря наклонным пластинам 13, жестко прикрепленным к диафрагме 8 между каждым рядом выходных отверстий сплошных труб 6, окончательно расслаиваются в пространстве корпуса между

диафрагмой 7 и перегородкой 15. После чего отводятся из аппарата через штуцеры 4 и 5. Перегородка 15 необходима для более эффективного отбора разделенных жидкостей.

### **Эффективность**

Эффективность разделения в предложенном трехфазном разделителе повышается за счет коалесценции капель дисперсной фазы. Техническое решение внедрено в промышленность.

### **Разработчик**

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар.

### **Литература**

Авторское свидетельство № 774006 (Авторы: Л.М. Мильштейн, С.И. Бойко, М.Т. Каюмов, Ю.К. Молоканов, Г.К. Зиберт).

## **6.3. АППАРАТ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ**

### **Краткое описание**

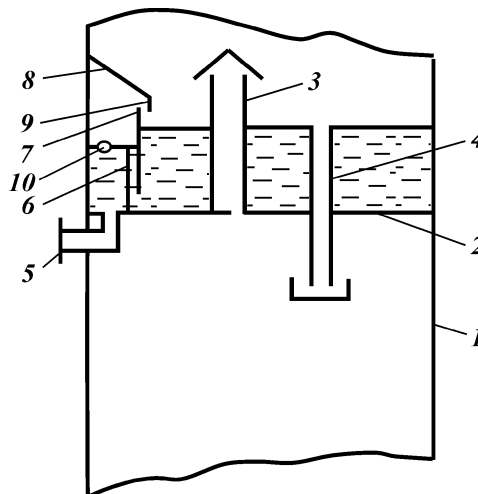
Предложенный аппарат относится к устройствам для разделения смесей двух жидкостей с разными плотностями в массо-теплообменных процессах.

Аппарат для разделения смесей (рис. 6.3) работает следующим образом.

Газ поступает снизу и проходит по патрубку 3, не контактируя со слоем жидкости, поступающей сверху. Жидкостная смесь на основании разделяется за счет гравитационных сил, легкая отводится через патрубок 4, а тяжелая, скапливающаяся в нижних слоях в соответствии с законом сообщающихся сосудов, заполненных жидкостями с разными плотностями, по каналу, образованному перегородками 6, 7, поднимается и переливается через перегородку 7 в пространство, ограниченное перегородкой 7 и патрубком 5, откуда затем удаляется через патрубок 5. Во избежание попадания в отводящую линию газовой фазы над входом в патрубок 5 с помощью регулятора уровня датчика 10, который расположен за перегородкой 7, поддерживается соответствующий уровень жидкости. Установив перед патрубком отвода жидкости с высокой плотностью перегородку высотой 0,5–0,9 высоты уровня смеси жидкостей, скапли-

**Рис. 6.3. Аппарат для разделения смесей:**

1 – корпус; 2 – основание; патрубки: 3 – для бесконтактного прохода газа через слой жидкости, 4 – вывода жидкости с низкой плотностью, 5 – вывода жидкости с высокой плотностью; 6, 7 – перегородки; 8 – пластина; 9 – отогнутый вертикально вниз конец пластины; 10 – датчик регулятора уровня



вающейся на основании, а перед перегородкой на расстоянии, не превышающем 0,1 м – вторую перегородку, верхняя часть которой расположена выше уровня жидкости, а между нижней ее частью и основанием существует зазор, равный (0,05–0,2) высоты уровня жидкости, повысили степень разделения двух жидкостей за счет использования закона сообщающихся сосудов, заполненных жидкостями с разными плотностями.

Установка над перегородками пластины предотвращает попадание в отделившуюся жидкость с более высокой плотностью смеси жидкостей, поступающей на тарелку.

### **Эффективность**

Предложенная конструкция позволяет повысить разделение смеси двух жидкостей с разными плотностями за счет предотвращения попадания в отделившуюся жидкость с более высокой плотностью смеси жидкостей, поступающей сверху. Техническое решение внедрено в промышленность.

### **Разработчик**

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар, ДАО ЦКБН ОАО "Газпром".

### **Литература**

Авторское свидетельство № 880439, БИ № 42, 1981 (Авторы: Г.К. Зиберт, Л.И. Тириакиди, С.И. Бойко).

## 6.4. УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНОЙ СМЕСИ

### Краткое описание

Предложенное устройство относится к устройствам для разделения смесей газ – жидкость – жидкость.

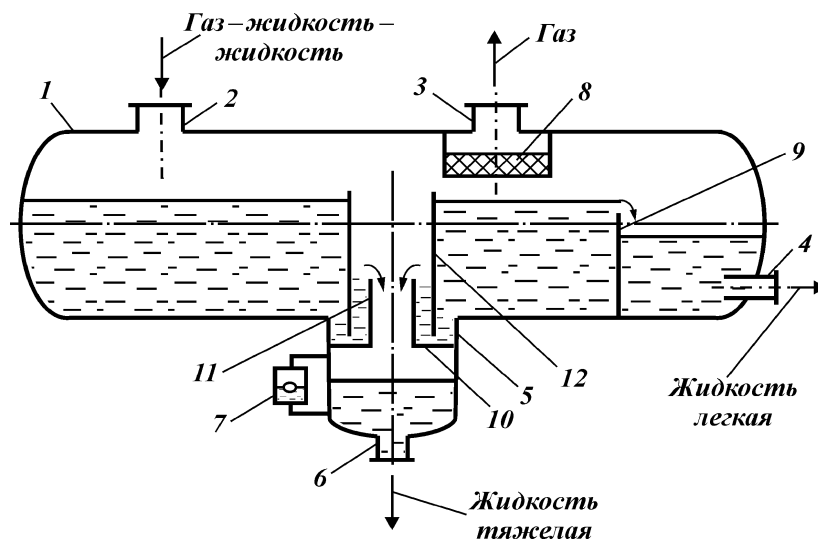
Устройство для разделения трехфазной смеси включает корпус, отстойник, патрубки, перегородку, снабжено жесткой диафрагмой, расположенной под перегородкой между переливным патрубком и стенкой отстойника, при этом нижняя кромка перегородки размещена в отстойнике на глубине, равной 0,1–1 высоты переливного устройства (рис. 6.4).

Устройство работает следующим образом.

Во время пуска тяжелой жидкостью заполняется только верхняя часть отстойника над диафрагмой, при этом нижние кромки перегородки 12 затоплены. Это позволяет создать гарантированный гидрозатвор, предотвращающий попадание легкой жидкости в отстойник, освобождая нижнюю часть аппарата, и требует минимального расхода тяжелой жидкой фазы, тем самым ускоряя процесс пуска установок разделения. Через патрубок 2 в корпус 1 подают исходную смесь. Здесь газ выветривается, и под действием силы тяжести происходит разделение жидкостей с различной плотностью. Газ после дополнительной очистки от капель жидкости в сетчатом отбойнике 8 удаляют из аппарата через патрубок 3. По мере накопления легкую жидкость отбирают из верхних слоев жидкостной смеси через перегородку 9 из пространства, ограниченного ею и корпусом 1, через патрубок 4. По мере накопления жидкости в аппарате тяжелая фаза из верхней части отстойника перетекает и постоянно заполняет пространство между перегородкой 12 и переливным патрубком 11. При этом тяжелая жидкость вытесняется через переливной патрубок 11 в нижнюю часть отстойника, откуда она периодически сбрасывается. Уровень тяжелой жидкости контролируют датчиком 7 регулятора уровня, расположенным на границе раздела газ – жидкость. При повышении уровня выше допустимого жидкость сбрасывают через патрубок 6 выхода тяжелой жидкости.

### Эффективность

Предложенное устройство для разделения трехфазной смеси позволяет при сохранении габаритов аппарата повысить



**Рис. 6.4. Устройство для разделения трехфазной смеси:**

1 – корпус; патрубки: 2 – входа смеси, 3 – выхода газа, 4 – выхода легкой жидкости, 6 – выхода тяжелой жидкости, 11 – переливной; 5 – отстойник; 7 – датчик регулятора уровня раздела фаз газ – тяжелая жидкость; 8 – сетчатый отбойник; 9, 12 – перегородка; 10 – диафрагма

его эффективность за счет увеличения полезного отстойного объема аппарата, сократить время пуска разделителя, а также уменьшить минимальный объем тяжелой жидкости в системе разделения. Техническое решение используется в промышленности.

#### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

#### **Литература**

Авторское свидетельство № 1015516 (Авторы: Г.К. Зиберт, С.И. Бойко, Л.М. Мильштейн, А.Я. Валухов, А.И. Ахмеров).



## 6.5. ФАЗНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ

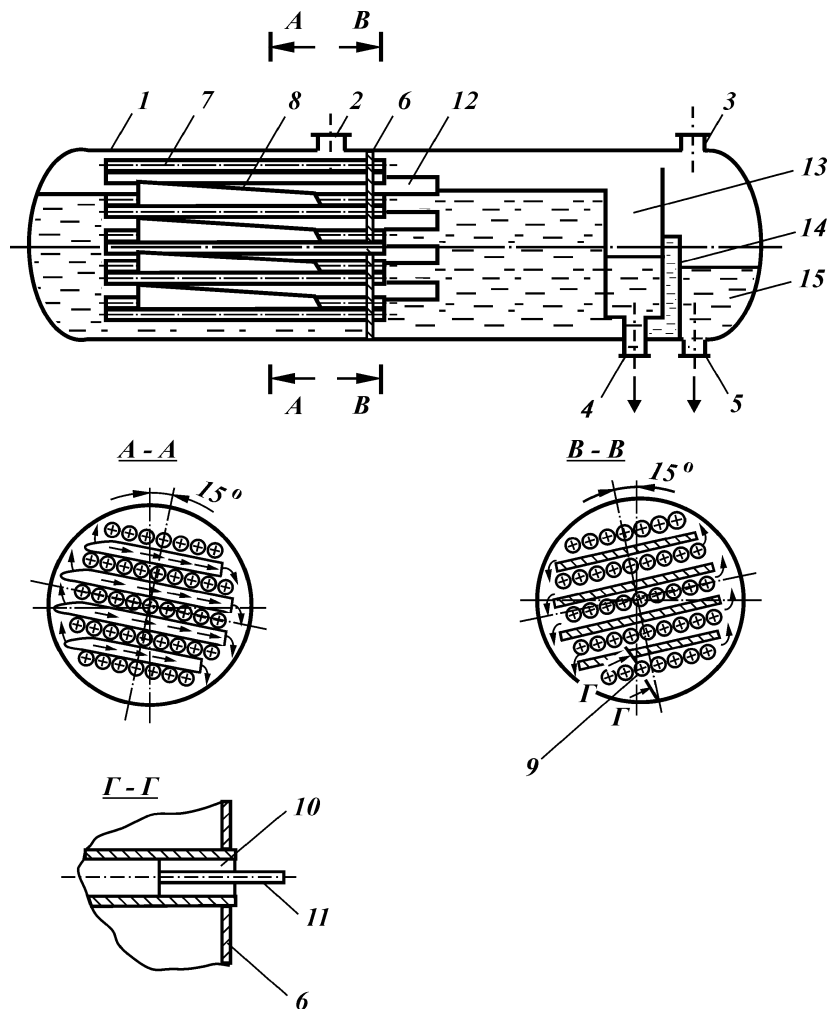
### Краткое описание

Предложенный фазный разделитель (рис. 6.5) относится к устройствам для разделения несмешивающихся жидкостей с разной плотностью.

Разделитель включает корпус, трубы и перегородку. Трубы установлены с образованием наклонных рядов. Разделитель снабжен также наклонными пластинами со срезанной верхней частью, установленными между рядами труб, при этом нижние края пластин расположены с зазором к перегородке и опираются на нижележащий ряд труб, а верхние края наклонных пластин закреплены с вышележащим рядом труб.

Фазный разделитель работает следующим образом.

Исходное сырье подают через патрубок 2 входа смеси на горизонтальные трубы 7, при этом газ выветривается и накапливается в верхней части аппарата, проходит через верхние трубы 7 через глухую перегородку 6 к патрубку выхода газа, через который и отводится из корпуса. Жидкая смесь распределяется около глухой перегородки 6 и по межтрубному пространству между плоскими пластинами 8 направляется к входам смеси в трубы. При движении жидкости между пластинами происходит осаждение тяжелой фазы на плоскость нижележащих пластин и подъем легкой фазы на плоскость лежащих выше. Так как расстояние между пластинами невелико, время разделения тяжелой и легкой фаз также невелико. Отделившаяся легкая фаза направляется, естественно, к верхней точке пластины, т.е. к углам их среза, откуда движется в верхние слои жидкости. Величина среза на пластинах разная, следовательно, и переток жидкости происходит в различных точках. Далее легкая жидкость направляется в трубы, на внутренних поверхностях которых происходит дополнительное укрупнение дисперсных частиц и их разделение. Тяжелая фаза, кроме продольного движения между пластинами, приобретает и поперечное направление за счет наклона пластин в поперечном сечении аппарата и постепенно перетекает на внутреннюю стенку корпуса в нижнюю часть аппарата, откуда по нижним трубам направляется в сторону глухой перегородки 6. При этом в трубах происходит также дополнительное разделение жидких фаз. На выходе из горизонтальных труб ребра 11 и плоскости 12 предотвращают перемешивание разделенных легких и тяжелых жидкостей, организуя направленные потоки легкой и тяжелой фаз. Деление пластинами труб на ряды исключает



**Рис. 6.5. Фазный разделитель:**

1 - корпус; патрубки: 2 - входа смеси, 3 - выхода газа, 4 - выхода легкой жидкости, 5 - выхода тяжелой жидкости; 6 - поперечная перегородка; 7 - горизонтальные трубы; 8 - пластины; 9 - зазор; 10, 11 - крестовины; 12 - плоскость; 13 - камера сбора легкой жидкости; 14 - сегментная перегородка; 15 - отсек для тяжелой жидкости

повторное перемешивание разделенной жидкости в межтрубном пространстве.

За счет того, что трубы предотвращают перекрытие нижних и верхних кромок выше- и нижерасположенных пластин,

запирание пространства между пластинами практически невозможно.

Данная конструкция позволяет использовать одновременно ряд труб в качестве опор.

### **Эффективность**

Эффективность разделения в предложенной конструкции повышается за счет предотвращения смешивания фаз в межтрубном пространстве и на выходе в горизонтальные трубы путем организованного отвода предварительно разделенных фаз. Техническое решение внедрено в промышленность.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1031031, БИ № 2, 1994 (Авторы: Г.К. Зиберт, Ю.А. Кащицкий).

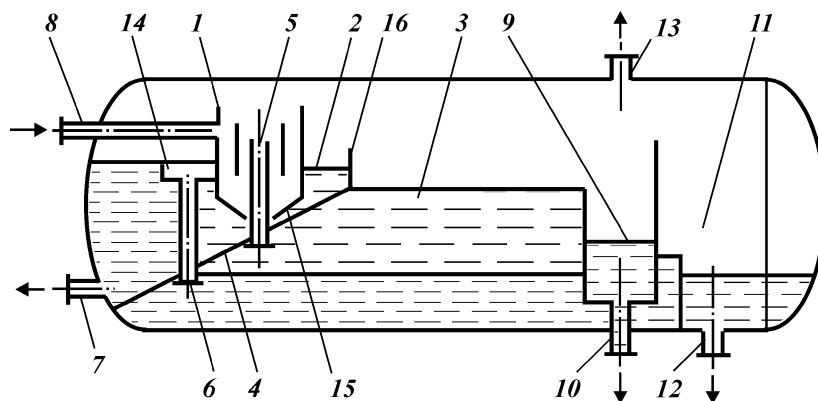
## **6.6. АППАРАТ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ И ДЕГАЗАЦИИ ЖИДКОСТИ**

### **Краткое описание**

Предложенный аппарат для разделения и дегазации жидкости представлен на рис. 6.6.

Аппарат работает следующим образом.

Газожидкостную смесь по входному патрубку 8 подают в гидроциклон 1, где под действием центробежных сил она разделяется на три фазы: газообразную, легкую и тяжелую жидкие фазы. Газ через верх гидроциклона поступает в верхнюю часть аппарата и отводится из него через патрубок 13 выхода газа. Тяжелая жидкая фаза и шлак в виде осадка стекают по внутренней стенке гидроциклона и через кольцевое отверстие 15 выхода тяжелой фазы из гидроциклона попадают на наклонно установленную разделительную перегородку 4. Шлак, стекая по ней, отводится из приемной камеры 2 через соответствующий патрубок 7, не загрязняя при этом отстойную каме-



**Рис. 6.6. Аппарат для разделения и дегазации жидкости:**  
 1 – гидроциклон; 2 – приемная камера; 3 – отстойная камера; 4 – разделительная перегородка; 5, 6 – сливной патрубок легкой и тяжелой фазы; патрубки: 7 – отвода шлама, 8 – входа смеси; 10 – выхода легкой фазы, 12 – выхода тяжелой фазы, 13 – выхода газа; 9 – отсек для отделенной легкой фазы; 11 – отсек отделенной тяжелой фазы; 14 – верхняя кромка патрубка 6; 15 – выходное отверстие гидроциклона; 16 – верхняя кромка перегородки

ру. Тяжелая жидкая фаза накапливается в приемной камере, создавая гидрозатвор, и поступает в нижнюю часть отстойной камеры через верхнюю кромку сливного патрубка 6 тяжелой фазы.

Отделившаяся от газожидкостной смеси под действием центробежных сил легкая жидкая фаза, поднимаясь по наружной стенке сливного патрубка 5 легкой фазы, находящегося в центре гидроциклона, переливается через его верхнюю кромку и попадает через сливной патрубок в верхнюю часть отстойной камеры 3.

Предварительно разделенные таким образом в гидрозатворе жидкие фазы не перемешиваются после него, так как легкая фаза поднимается по наклонной перегородке в верхнюю часть отстойной зоны, а тяжелая фаза опускается вниз по наклонной разделительной перегородке 4.

Отстоявшиеся разделенные жидкости отводятся из отстойной камеры через соответствующие отсеки 9 и 11 и патрубки 10 и 12 выхода.

Верхняя кромка сливного патрубка 5 легкой фазы в гидроциклоне расположена выше переливной кромки отсека 9 отделенной легкой фазы и выше верхней кромки сливного патрубка 6 тяжелой фазы. Это исключает возможность попадания разделенных в гидроциклоне фаз в другие отсеки.

Установка верхней кромки сливного патрубка 5 легкой фазы выше верхней кромки сливного патрубка 6 тяжелой фазы при уменьшении содержания в смеси легкой фазы исключает попадание тяжелой фазы в сливной патрубок 5 легкой фазы. Отстоявшаяся в приемной камере 2 легкая фаза переливается в отстойную камеру 3 через верхнюю кромку разделительной перегородки.

### **Эффективность**

Предложенная конструкция проста и позволяет в отличие от известных устройств обеспечить работоспособность аппарата при любых соотношениях фаз в смеси. Техническое решение внедрено в промышленность.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1153946, БИ № 17, 1985 (Авторы: Г.К. Зиберт, А.М. Сиротин, А.В. Лапшина).

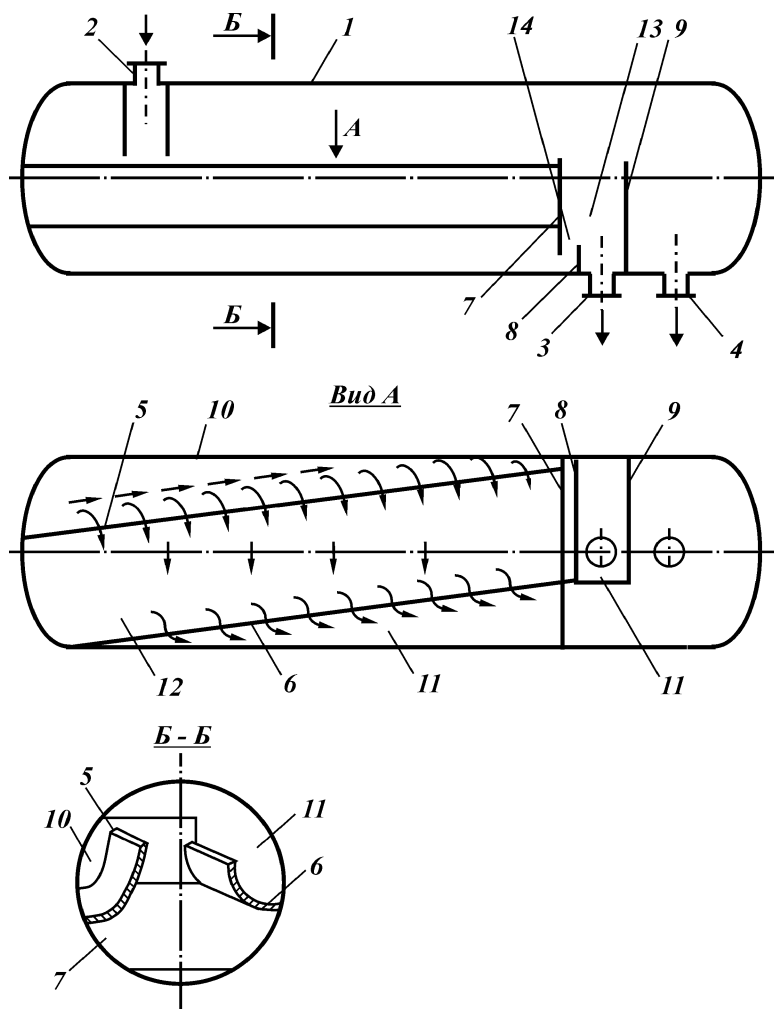
## **6.7. УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ**

### **Краткое описание**

Предложенное устройство представлено на рис. 6.7.

Устройство для разделения смесей с различной плотностью содержит горизонтальный корпус 1 с патрубками ввода исходной смеси 2, отвода тяжелой 3 и легкой 4 фаз, продольные перегородки 5 и 6, вертикальные поперечные перегородки 7, 8 и 9. Корпус 1 с продольной перегородкой 5 образует приемную камеру 10, а с продольной перегородкой 6 – камеру 11 сбора легкой фазы. Продольные перегородки 5 и 6 и поперечная перегородка 7 образуют камеру 12 разделения фаз, а вертикальные поперечные перегородки 7, 8 и 9 образуют камеру 13 сбора тяжелой фазы и гидрозатвор 14.

Устройство работает следующим образом.



**Рис. 6.7. Устройство для разделения смесей с различной плотностью:**  
 1 – корпус; патрубки: 2 – ввода исходной смеси, 3, 4 – отвода тяжелой и легкой фаз; перегородки: 5, 6 – продольные, 7, 8, 9 – вертикальные поперечные; камеры: 10 – приемная, 11 – сбора легкой фазы; 12 – разделения фаз, 13 – сбора тяжелой фазы; 14 – гидрозатвор

Жидкостная смесь через патрубок 2 попадает в приемную камеру 10, где распределяется вдоль вертикальной перегородки 5, через которую переливается в камеру 12 разделения фаз. Отсюда отделенная легкая фаза перетекает через продольную

перегородку 6 в камеру 11 сбора легкой фазы и выводится из аппарата через патрубок 4, а отделенная тяжелая фаза через гидрозатвор 14 попадает в камеру 13 сбора тяжелой фазы и через патрубок 3 также выводится из аппарата.

### **Эффективность**

Повышение производительности и эффективности разделения в предложенной конструкции достигается путем снижения скорости подачи на разделение. Техническое решение внедрено в промышленность.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1159588, БИ № 21, 1985 (Авторы: Г.К. Зиберт, С.И. Бойко, М.Г. Ткач, С.Н. Куликова).

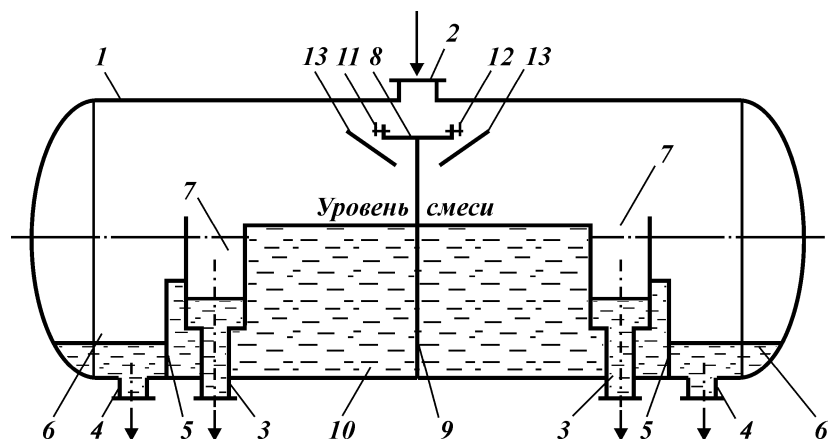
## **6.8. УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТНЫХ СМЕСЕЙ**

### **Краткое описание**

На рис. 6.8. представлен общий вид устройства. Устройство работает следующим образом.

Разделяемую смесь подают через центральный патрубок 2 ввода жидкостной смеси в горизонтальный приемный короб 8 с установленными по уровню регулируемые планками 11. Смесь делится на два одинаковых потока и попадает в каналы, образованные наклонными пластинами 13 и вертикальной перегородкой 9, и стекает вдоль перегородки в отстойные отсеки 10. Подача жидкости непосредственно вдоль перегородок обеспечивает максимальный путь движения жидкостной смеси и максимальное время ее разделения. В отсеках 10 жидкостная смесь разделяется под действием гравитационных сил, как в двух самостоятельных разделителях.

Отделившаяся тяжелая жидкость перетекает через перегородки 5, стекает в отсеки 6 для сбора тяжелой жидкой фазы и



**Рис. 6.8. Устройство для разделения жидкостных смесей:**  
 1 – корпус; патрубки: 2 – ввода жидкостной смеси, 3, 4 – вывода легкой и тяжелой жидкой фазы; 5 – перегородки; 6 – отсек для сбора тяжелой жидкой фазы; 7 – камера для сбора легкой жидкой фазы; 8 – приемный короб; 9 – перегородка; 10 – отстойные отсеки; 11 – переливные планки; 12 – резьбовые соединения; 13 – наклонные пластины

через патрубки 4 вывода тяжелой жидкой фазы выводится из разделителя. Отделившаяся легкая фаза перетекает в камеры 7 сбора легкой жидкой фазы и через патрубки 3 вывода легкой жидкой фазы выводится из устройства.

### Эффективность

Предложенная конструкция устройства для разделения жидкостных смесей позволяет повысить эффективность процесса разделения. Техническое решение внедрено в промышленность.

### Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### Литература

Авторское изобретение № 1173590, БИ № 2, 1994 (Автор Г.К. Зиберт).



## 6.9. ТРЕХФАЗНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ

### Краткое описание

Предложенный трехфазный разделитель применяется в частности для разделения нефти, углеводородного конденсата и газа.

На рис. 6.9, *а, б* изображены варианты выполнения трехфазного разделителя.

В предложенном разделителе осуществляют разделение газожидкостной смеси, состоящей из сырого газа, углеводородного конденсата и диэтиленгликоля, который подают в исходный поток для разделителя в качестве ингибитора гидратообразования. Эта смесь по плотности представляет собой три фазы: легкую – сырой газ, среднюю (жидкая) – конденсат и тяжелую (жидкая) – диэтиленгликоль.

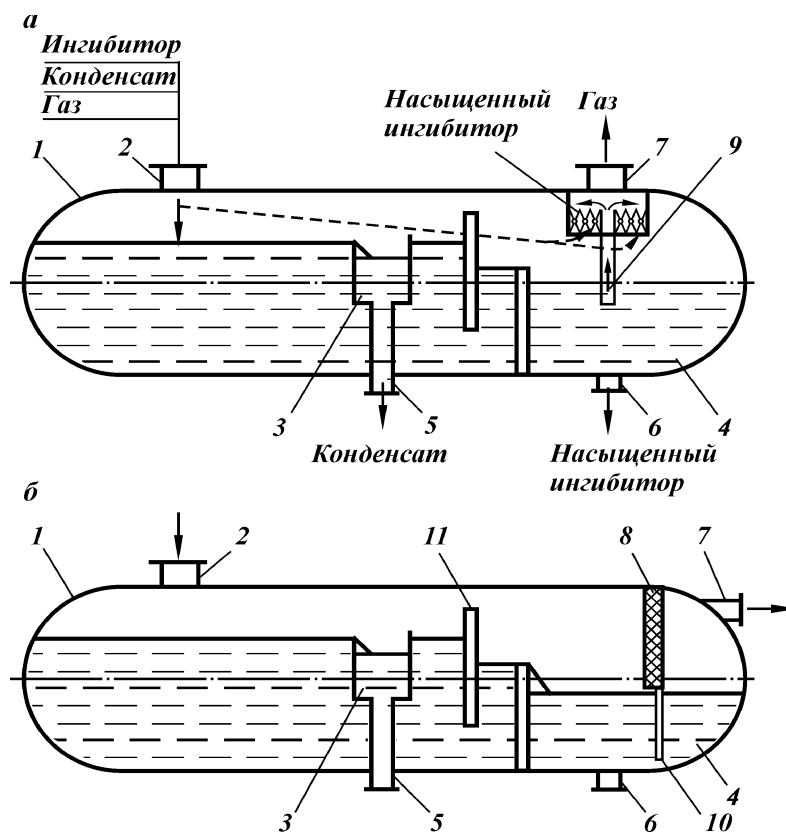
Трехфазный разделитель работает следующим образом.

Газожидкостный поток поступает через патрубок 2 в корпус 1, где жидкость с помощью гравитационных сил разделяется, и легкая жидкость выводится из отсека 3 через патрубок 5. Газ, содержащий капельную жидкость, попадает на каплеотбойник 8 и выводится из аппарата через патрубок выхода газа. Гликоль собирается в отсек 4 тяжелой фазы, откуда отводится через патрубок 6.

В случае прекращения подачи диэтиленгликоля в исходный поток газа (засорение форсунки, выход из строя насоса, отключение электроэнергии и др.) на каплеотбойнике 8 образуются гидраты, изменяется сечение отбойника, повышается гидравлическое сопротивление отбойника и перепад давления на нем. Это приводит к нарушению работы сетчатого отбойника, выходу его из строя, а следовательно, и к снижению эффективности разделения газа и жидкости на выходе из аппарата, т.е. увеличивается унос жидкости с газом.

Чтобы предотвратить снижение эффективности разделения при прекращении подачи ингибитора гидратообразования в исходный поток, предложено использовать энергию от перепада давления на отбойнике, подавать на отбойник ингибитор из отсека 4 тяжелой фазы. Для осуществления этого приема в предлагаемом устройстве выполнена гидрозатворная трубка 9 или перегородка 10.

В случае забивания пор развитой поверхности каплеотбойника 8 при гидратообразовании увеличивается давление в аппарате. При этом повышается уровень жидкости в трубке 9 и эта жидкость, попадая на пористую поверхность каплеотбой-



**Рис. 6.9. Варианты выполнения трехфазного разделителя:**  
 1 – корпус аппарата; патрубки: 2 – для газожидкостного потока, 5 – для отвода легкой жидкости, 6 – для отвода тяжелой жидкости, 7 – выхода газа; 3, 4 – отсеки сбора легкой и тяжелой фазы; 8 – сепарационное устройство; 9 – гидрозатворная трубка; 10, 11 – перегородки

ника 8, растворяет образовавшиеся гидраты и очищает каплеотбойник.

### Эффективность

В предложенном трехфазном разделителе эффективность разделения увеличивается за счет предотвращения уноса жидкой капельной фазы с газом. Повышается надежность работы аппарата за счет предохранения пористой поверхности каплеотбойника от разрушения. В связи с увеличением эффективно-

сти разделения и надежности аппарата увеличивается межремонтный срок работы аппарата, что позволяет снизить эксплуатационные расходы на периодические его остановки, связанные с ремонтом. Техническое решение используется в промышленности.

#### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

#### **Литература**

Авторское свидетельство № 1358131, БИ № 2, 1994 (Авторы: Г.К. Зиберт, К.Р. Гарайзуев).

### **6.10. АППАРАТ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ**

#### **Краткое описание**

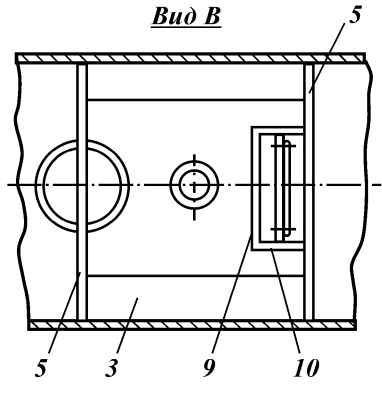
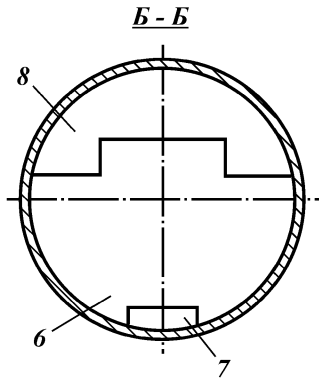
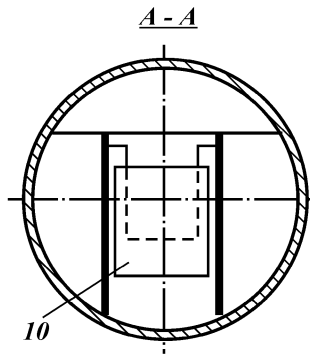
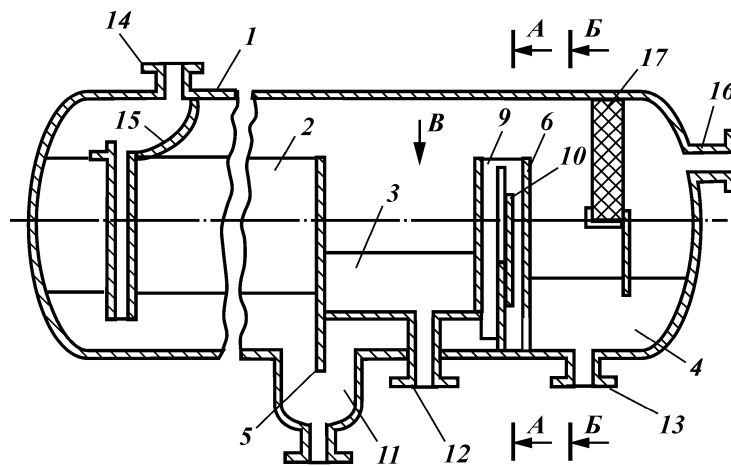
Предложенный аппарат (рис. 6.10) относится к аппаратам гравитационного разделения и дегазации нерастворяющихся жидкостей различной плотности.

Аппарат состоит из корпуса 1, внутри которого расположена отстойная зона 2. Отсеки сбора легкой 3 и тяжелой 4 фазы разделены перегородками 5 и 6. К перегородке 6, выполненной в нижней части с окном 7, а в верхней – с боковыми вырезами 8, примыкает П-образная переточная камера 9, в центральной части которой установлена переливная перегородка 10, высоту которой можно менять в зависимости от разницы плотностей и соотношения легкой и тяжелой фаз для поддержания заданного межфазного уровня в отстойной зоне 2.

В нижней части корпуса 1 размещен сборник 11 тяжелой жидкой фазы. Отсеки сбора легкой 3 и тяжелой 4 фаз снабжены соответственно патрубками 12 и 13 выхода жидкости. У входа в отстойную зону 2 установлен патрубок 14 ввода газожидкостной смеси с устройством 15 ввода жидкости. Патрубок 16 выхода газа снабжен вертикальным сетчатым отбойником 17.

Аппарат работает следующим образом.

Газожидкостная смесь по входному патрубку 14 через устройство 15 ввода жидкости поступает в отстойную зону 2, где происходит гравитационное разделение и разгазирование газожидкостной смеси. Избыточное количество легкой жидкой фа-



**Рис. 6.10. Аппарат для разделения жидкостей:**

1 – корпус; 2 – отстойная зона; 3, 4 – отсеки сбора легкой и тяжелой фазы; 5, 6 – перегородки; 7 – окно; 8 – боковые вырезки; 9 – переточная камера; 10 – переливная перегородка; 11 – сборник тяжелой фазы; патрубki: 12, 13 – отвода легкой и тяжелой жидкой фазы, 14 – входа газожидкостной смеси, 16 – выхода газа; 17 – сетчатый отбойник

зы через перегородку 5 поступает в отсек 3 сбора легкой фазы, из которого отводится по уровню через патрубок 12. Отстоявшаяся тяжелая фаза из сборника 11 по каналу, образованному дном отсека сбора легкой фазы и нижней частью корпуса 1, поступает в переточную камеру 9, затем через перегородку 10 перелива и окно 7 поступает в отсек 4 сбора тяжелой фазы и отводится оттуда через патрубок 13. Слой легкой фазы, накапливающийся с течением времени в отсеке 4 сбора тяжелой фазы за счет поднятия верхнего уровня в этом отсеке до боковых вырезов 8 в перегородке 6, переливается в отсек 3 сбора легкой фазы. Газ выветривания проходит через вертикальный сетчатый отбойник 17 и отводится из аппарата через патрубок 16.

### **Эффективность**

За счет исключения попадания накопившейся легкой фазы в линию отбора тяжелой жидкой фазы, значительно улучшается эффективность разделения тяжелой фазы и, соответственно, повышается производительность аппарата. Техническое решение используется в промышленности.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1414403, БИ № 29, 1988 (Авторы: Ю.А. Суханов, Г.К. Зиберт).

## **6.11. УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНОЙ СМЕСИ**

### **Краткое описание**

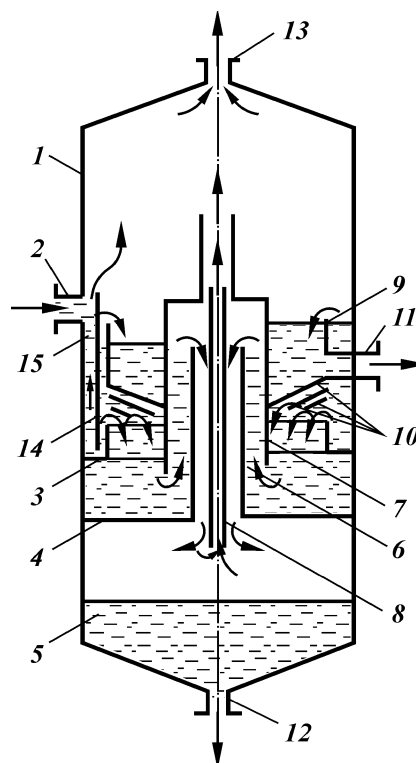
Предложенное устройство (рис. 6.11) относится к устройствам для разделения смесей газ – жидкость – жидкость.

Устройство работает следующим образом.

Исходная смесь через патрубок 2 поступает во внутреннюю полость корпуса 1 в канал 15, газ выводится из канала вверх,

**Рис. 6.11. Устройство для разделения трехфазной смеси:**

1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – распределительный короб; 4 – жесткая диафрагма; 5 – отстойник; 6 – патрубок; 7 – перегородка; 8 – дренажная трубка; 9 – переливная перегородка; 10 – пластины; 11, 12, 13 – патрубки выхода легкой и тяжелой жидкости, газа; 14 – пластина; 15 – канал для перетока жидкой смеси и выхода газа



а жидкость поступает в короб 3. С помощью короба 3 жидкая смесь равномерно распределяется по периметру корпуса, где потом происходит ее разделение за счет гравитационных сил. Легкая жидкая фаза, пройдя отстойное пространство между пластинами 10, направляется в канал, образованный корпусом 1 и перегородкой 9, где накапливается столб конденсата. Затем газ отводится через патрубок 13, а конденсат переливается через верхнюю кромку перегородки 9, собирается в пространстве между перегородками 9 и 7 и по мере накопления отводится через патрубок 11. В пространстве между пластинами 10 происходит отделение выветренного газа и конденсата от тяжелой жидкости.

Тяжелая жидкость по нижележащим пластинам 10 отводится вниз, откуда под действием гидростатических сил вытесняется через переливной патрубок 6, установленный на диафрагме 4, в отстойник 5, откуда отводится по мере накопления че-

рез патрубков 12. Газ выветривания из отстойника 5 дренируется через трубку 8.

### **Эффективность**

Трехфазные смеси с низким содержанием газа и преобладающим содержанием тяжелой фазы часто образуются в современной технологии добычи и переработки нефтяного газа. Например, насыщенный этиленгликоль, поступающий на регенерацию из установок осушки газа, содержит до 10 % углеводородов, которые при атмосферном давлении частично переходят в газ. Использование предложенного устройства для разделения таких смесей позволяет значительно снизить безвозвратные потери этиленгликоля за счет качественного отбора легкой жидкости и повысить эффективность и надежность блока регенерации за счет качественного отделения этиленгликоля от углеводородного конденсата. Техническое решение использовано в промышленности.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1429375, БИ № 2, 1994 (Авторы: Г.К. Зиберт, С.И. Бойко).

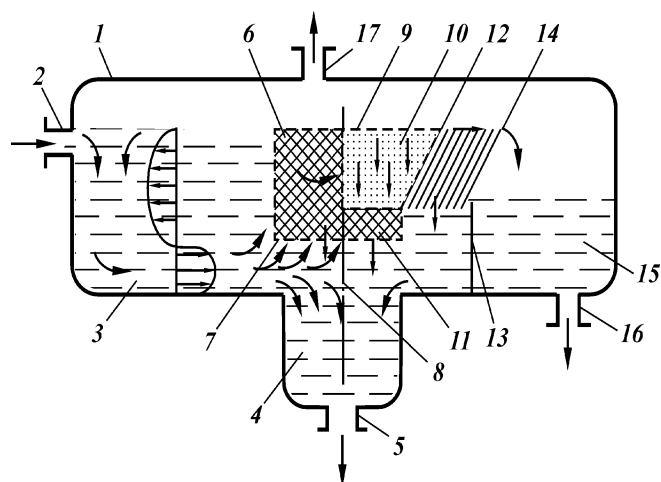
## **6.12. ОТСТОЙНИК**

### **Краткое описание**

Предложенный отстойник (рис. 6.12) используется для разделения несмешивающихся жидкостей различной плотности, содержащих твердые примеси.

Устройство работает следующим образом.

Исходная смесь, например углеводородный конденсат – этиленгликоль, через патрубок 2 поступает в зону 3 отстоя, расположенную в корпусе 1. Тяжелая жидкость под действием силы тяжести осаждается вниз, увлекая за собой легкую жидкость и образуя донное течение вдоль нижней образующей корпуса 1. Крупные капли тяжелой фазы и твердые примеси отделяются от потока и дренируются, направляемые поперечной перегородкой 8 в отсек 4 для сбора тяжелой жидкости, от-



**Рис. 6.12. Отстойник для разделения двух несмешивающихся жидкостей:**  
 1 – корпус; патрубки: 2 – подачи исходной смеси, 5 – выхода тяжелой жидкости, 16 – выхода легкой жидкости, 17 – дренажный; 6 – сетчатый пакет; 7 – перфорированная полка; 8 – дополнительная перегородка; 9 – насадка; 10, 11 – слой волокон; 12 – диафрагма; 13 – переливная перегородка; 14 – пакет пластин; 15 – отсек для сбора легкой жидкости

куда удаляются через патрубок 5. Основной поток и не осевшие капли дисперсной фазы поперечной перегородкой 8 направляются в сетчатый пакет 6, расположенный выше донного течения на перфорированной полке 7. В сетчатом пакете капли дисперсной фазы коалесцируют из восходящего потока на поверхности материала сетки и между собой и под действием силы тяжести стекают вниз через перфорированную полку 7 в отсек 4 для сбора тяжелой жидкости.

Далее поток легкой жидкости и не отделившиеся капли дисперсной фазы (в основном, фракции вторичной дисперсии – менее 50 мкм) поступают в волокнистую пористую насадку 9, в пористый слой 10 супертонкого волокна (например, стекловолокна марки СТВ, диаметр волокон которого 5–10 мкм), где происходит коалесценция легкодисперсных капель. Капли укрупняются до размеров первичной дисперсии (более 50–100 мкм). Затем в пористом слое 11 из более крупных волокон капли укрупняются до миллиметровых размеров. Далее поток с помощью диафрагмы 12 на 180° меняет направление движения. За счет инерционных сил происходит сепарация крупных капель. Доочистка легкой жидкости происходит в пакете 14 наклонных пластин, тяжелая дисперсная фаза осаждается



вниз и далее направляется в накопительный отсек 4, а легкая жидкость через переливную перегородку 13 попадает в накопительный отсек 15, откуда по мере накопления удаляется через патрубок 16.

### **Эффективность**

Предложенный отстойник позволяет повысить эффективность разделения, так как обеспечивает более эффективное использование полезного объема зоны отстоя тяжелой жидкости, т.е. позволяет организовать в ней в сравнительно малых объемах многоступенчатое высокоэффективное разделение двух жидкостей.

На установках низкотемпературной конденсации для разделения смесей газ – конденсат – этиленгликоль использование предложенного отстойника позволяет значительно снизить безвозвратные потери дорогостоящего ингибитора этиленгликоля с конденсатом. Техническое решение используется при модернизации технологического оборудования.

### **Разработчик**

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар.

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1457203 (Авторы: Л.М. Мильштейн, С.И. Бойко, Е.П. Запорожец, Г.К. Зиберт, В.П. Чумак, Н.П. Игнин).

## **6.13. РАЗДЕЛИТЕЛЬ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ**

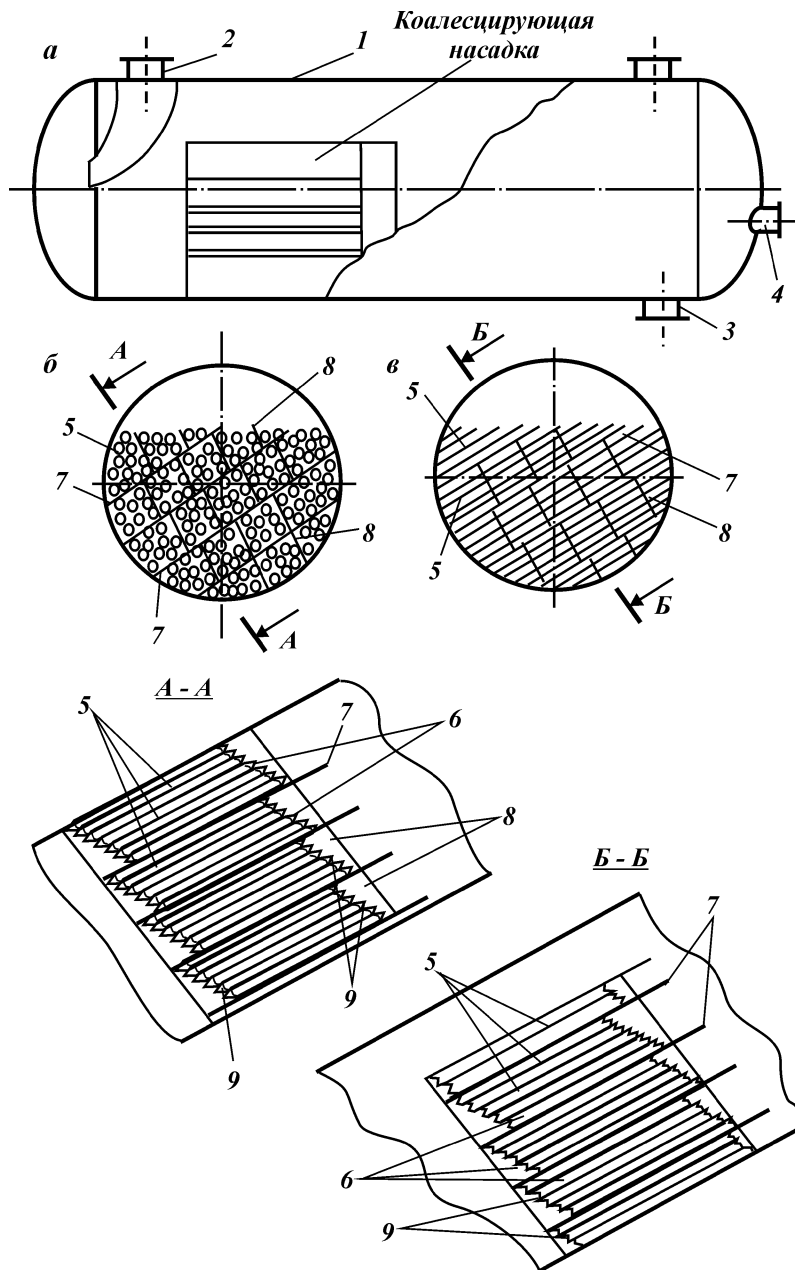
### **Краткое описание**

Предложенный разделитель относится к процессам разделения несмешивающихся жидкостей и используется в установках низкотемпературной сепарации, конденсации, ректификации природного и нефтяного газа.

На рис. 6.13, *a–в* представлены фазные разделители различного типа.

**Рис. 6.13. Разделитель несмешивающихся жидкостей:**

*a* – фазный разделитель с коалесцирующей насадкой; *б* – разделитель с коалесцирующими элементами, выполненными в виде труб; *в* – разделитель с коалесцирующими элементами, выполненными в виде наклонных перегородок. 1 – корпус; 2, 3, 4 – патрубки входа смеси и выхода разделенных фаз; 5 – коалесцирующие элементы; 6 – секции; 7, 8 – перегородки; 9 – сетка



Разделитель работает следующим образом.

Исходная смесь с дисперсной легкой фазой, в которой распределена дисперсная тяжелая фаза, подается через патрубок 2 в цилиндрический корпус 1 разделителя и, равномерно распределяясь между секциями 6, образованными наклонными перегородками 7 и 8, через коалесцирующую сетку 9 поступает в горизонтальные каналы коалесцирующих элементов 5 (трубчатое пространство или пространство между пластинами).

При этом мелкодисперсная тяжелая фаза оседает в каналах, а легкая всплывает. Рекомендуемая высота канала не более 20 мм, что позволяет увеличить скорость движения смеси по сравнению с разделителями без коалесцирующих элементов. Осевшая тяжелая фаза движется в нижней части каналов, а дисперсная легкая фаза – в верхней части этих каналов. Поскольку в каждой секции 6 коалесцирующие элементы 5 смещены относительно друг друга, то разделенные фазы при выходе из одного канала не смешиваются с разделенными фазами при выходе из другого канала.

Отделенная легкая фаза скапливается на нижней стороне вышележащей перегородки 7 секции 6 и восходящим потоком движется по ней в верхнюю часть разделителя. Отделенная тяжелая фаза скапливается на верхней стороне нижележащей наклонной перегородки 7 и нисходящим потоком спускается в нижнюю часть разделителя.

### **Эффективность**

Эффективность разделения несмешивающихся жидкостей достигается за счет организации выхода разделенных фаз. Техническое решение используется в промышленности.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1502046, БИ № 31, 1989 (Авторы: Г.К. Зиберт, А.В. Лапшина).

## 6.14. ОТСТОЙНИК

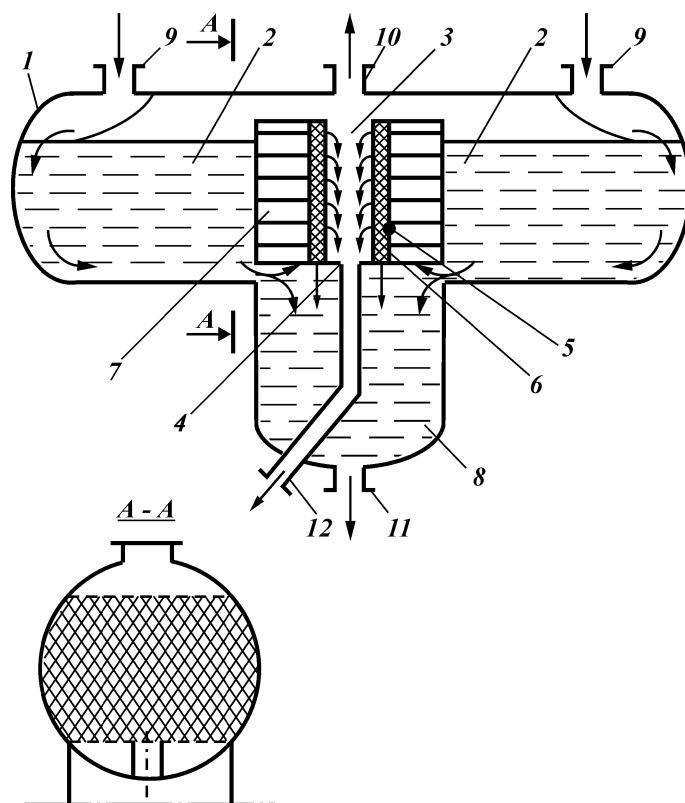
### Краткое описание

Предложенный отстойник (рис. 6.14) относится к аппаратам для разделения двух несмешивающихся жидкостей разной плотности, содержащих твердые примеси.

Отстойник состоит из корпуса 1 с зоной отстоя 2, в которой размещен отсек для сбора легкой жидкости 3, выполненный в виде короба 4, к боковым стенкам 5 которого присоединен сетчатый каплеотбойник 6. Верхняя кромка каплеотбойника размещена выше стенок короба 4 и выше расчетного уровня жидкости в зоне отстоя 2. Каплеотбойник 6 выполнен в виде сетчатого мата, толщина которого составляет  $(0,5-1)h$ , где  $h$  – высота сетчатого мата. Перед каплеотбойником 6 установлен пакет пластин 7, наклоненных к горизонту под углом более  $45^\circ$ . Кроме того, отстойник имеет отсек 8 для сбора тяжелой жидкости, размещенный ниже зоны отстоя 2, под отсеком для сбора легкой жидкости 3. На верхней образующей корпуса 1 установлены входные патрубки 9 и дренажный патрубок 10, в нижней части корпуса расположены патрубок 11 отвода тяжелой жидкости и патрубок 12 отвода легкой жидкости, который соединен с коробом 4.

Устройство работает следующим образом.

Исходная смесь, например, углеводородный конденсат – вода, через патрубки 9 двумя потоками поступает в зону отстоя 2, расположенную в корпусе 1. Тяжелая жидкость под действием силы тяжести осаждается вниз, увлекая за собой легкую жидкость и образуя донное течение вдоль нижней образующей корпуса 1. Крупные капли тяжелой фазы и твердые примеси отделяются в отсек 8 для сбора тяжелой жидкости, откуда удаляются через патрубок 11. Основной поток легкой жидкости (воды) и не осевшие капли дисперсной фазы тяжелой жидкости (конденсата), а также частично твердые примеси направляются в пакет наклонных пластин 7, где за счет циркуляционного течения из потока отделяются твердые примеси и основная масса дисперсной фазы тяжелой жидкости. Отделившиеся фракции сползают по пластинам вниз и стекают в расположенный под пластинами отсек 8 для сбора тяжелой жидкости. Основной поток легкой жидкости, пройдя пластины 7, поступает в сетчатый каплеотбойник 6, где происходит отделение мелкодисперсных капель тяжелой жидкости от основного потока, которые стекают в нижнюю часть корпуса и далее в отсек 8. Очищенная легкая жидкость стекает по всему периметру



**Рис. 6.14. Отстойник:**

1 – корпус; 2 – зона отстоя; 3 – отсек для сбора легкой жидкости; 4 – короб; 5 – боковые стенки короба; 6 – каплеотбойник; 7 – пакет пластин; 8 – отсек для сбора тяжелой жидкости; патрубки: 9 – входные, 10 – дренажный, 11 – отвода тяжелой жидкости, 12 – отвода легкой жидкости

стенки 5 в короб 4, из которого дренируется через патрубок 12.

### **Эффективность**

Предложенная конструкция позволяет повысить надежность работы отстойника в целом при меньших габаритах. Техническое решение используется в промышленности.

### **Разработчик**

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар.

## **Литература**

Авторское свидетельство № 1610614, БИ № 7, 1996 (Авторы: С.И. Бойко, Л.М. Мильштейн, Ю.Д. Молянов, Л.Н. Лиханова, Г.К. Зиберт, В.И. Гибкин, К.Р. Гарайзуев).

## **6.15. РАЗДЕЛИТЕЛЬ ЖИДКОСТЕЙ**

### **Краткое описание**

Предложенный разделитель жидкостей относится к аппаратам гравитационного разделения и дегазации несмешивающихся жидкостей различной плотности.

На рис. 6.15 представлены различные разделители жидкости.

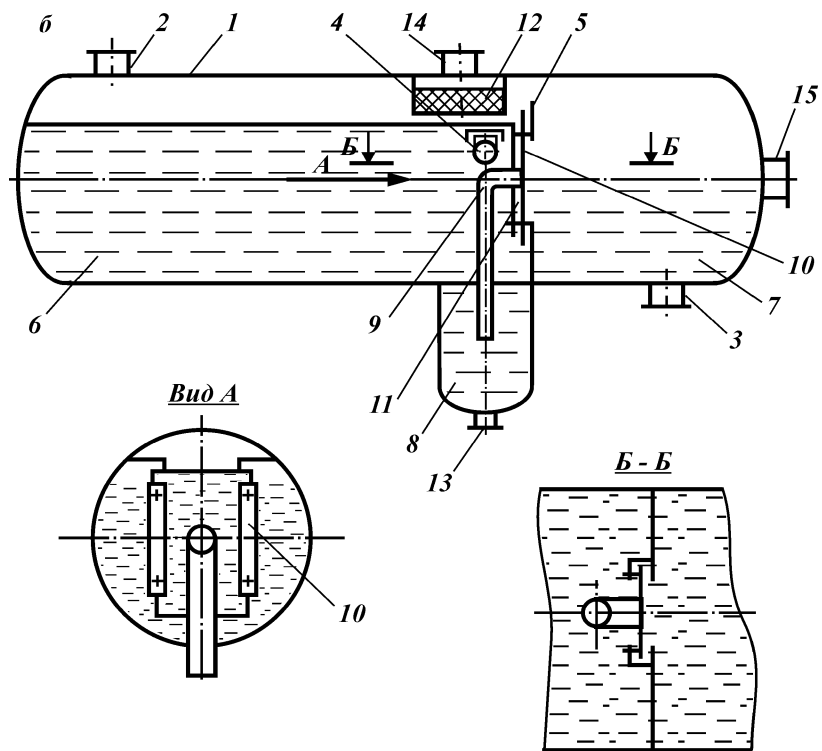
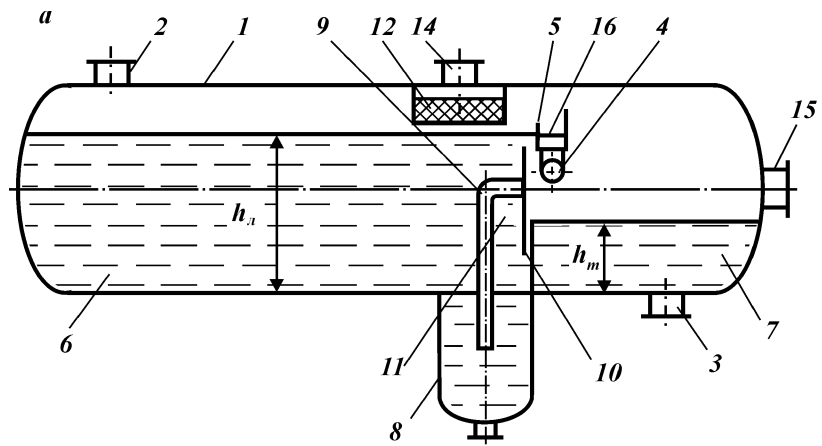
Разделитель работает следующим образом.

Смесь через штуцер 2 поступает в отсек 6 гравитационного разделения, где под действием гравитационных сил происходит разделение и разгазирование газожидкостной смеси, так как ее составляющие имеют разные плотности. Отделенная легкая фракция выводится из аппарата через штуцер 4, а отстоявшаяся тяжелая фракция по трубе 9 переливного устройства поступает в отсек 7 и выводится из аппарата через патрубок 3. Газ выветривания проходит через сетчатый отбойник 12 и отводится через патрубок 14.

При работе разделителя в иных условиях возможны изменения плотности и состава смеси, что приводит к изменению положения границы раздела фаз. Выполнив переливное устройство так, что оно может перемещаться по поперечной перегородке 5 вверх или вниз, получим возможность держать уровень раздела фракций постоянным и тем самым держать соответствующую высоту зоны отстоя фракций.

### **Эффективность**

Предложенное техническое решение повышает эффективность разделения при изменении плотности и состава смеси за счет поддержания заданного межфазного уровня, снижается удельная металлоемкость аппарата, увеличивается ресурс его работы за счет удобства обслуживания при ревизии и соответственно выход продукта, расширяется область использования на различных месторождениях с различными плотностями жидкостей, упрощается конструкция аппарата, уменьшаются



**Рис. 6.15. Разделители жидкости:**

*a* – с отсеком сбора легкой фракции; *b* – с патрубком сбора легкой фракции в верхней части отсека.

*1* – корпус; патрубки: *2* – входа смеси, *3* – выхода тяжелой фракции, *4* – выхода легкой фракции; *5* – перегородка; *6, 7, 8* – отсеки отстоя и сбора тяжелой фракции; *9* – переливное устройство; *10* – подвижная перегородка; *11* – паз; *12* – сетчатый отбойник; *13* – дренажный штуцер; *14* – штуцер выхода газа; *15* – люк-газ; *16* – отсек сбора легкой фракции

---

его габариты. Техническое решение используется в промышленности.

**Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

**Литература**

Авторское свидетельство № 1736542, БИ № 20, 1992 (Авторы: К.Р. Гарайзуев, Г.К. Зиберт, Ю.А. Суханов).