



CH 690 541 A5

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 690 541 A5

51 Int. Cl. 7: B 01 D 003/28

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02647/96

22 Anmeldungsdatum: 28.10.1996

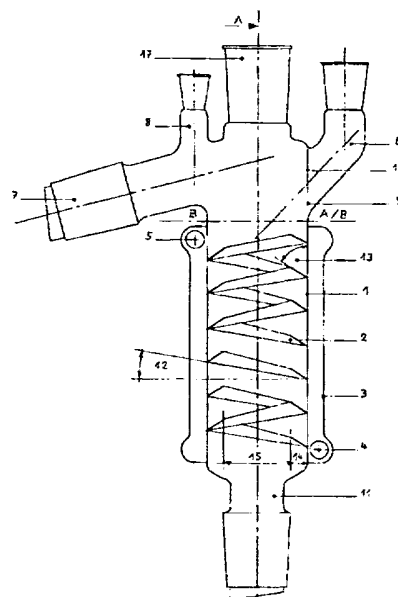
24 Patent erteilt: 13.10.2000

45 Patentschrift
veröffentlicht: 13.10.200073 Inhaber:
Dipl. Chem. HTL Robert Trefzer,
Bäumlihofstrasse 377, 4125 Riehen (CH)72 Erfinder:
Dipl. Chem. HTL Robert Trefzer,
Bäumlihofstrasse 377, 4125 Riehen (CH)

54 Helix-Verdampfer

57 Der Helix-Verdampfer besteht aus zwei koaxial angeordneten Rohrziylindern (1) und (3). Am inneren Rohr, dem Verdampferrohr (1), ist an der Innenwand die Helix (2) nach oben abgewinkelt bzw. rinnenförmig angeschmolzen. Das äussere Rohr, das Heizmantelrohr (3), mit den tangential nach hinten gerichteten Wärmeträger-Eintrittsstutzen (4) und Wärmeträger-Austrittsstutzen (5), ist unten und oben mit der Aussenwand des Verdampferrohres (1) verschmolzen. Am oberen Ende des Verdampferrohres (1) ist koaxial ein Kühlfingerstutzen (17) und in der vertikalaxialen Ansichtsebene auf der einen Seite das Einsatzprodukt-Zulaufrohr (6), mit der Spritzschutz-Rohrteilfläche (10) und der Spalt-Öffnung (9), angeschmolzen. Diametral ist das Brüdenrohr (7), mit oder ohne Temperatur-Messstutzen (8), angeordnet. Am unteren verengten Ende des Verdampferrohres (1) befindet sich das Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11).

Für die Kurzwegdestillation kann analog der Variante Fig. 2 durch den Kühlfingerstutzen (17) ein Kühlfinger (16) oder eine Kühlspirale (Fig. 2.1) eingesteckt werden, wobei das untere Ende des Verdampferrohres (1) mit dem Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) und dem Destillat-Ablaufrohr (18) beispielsweise mit einem Kegelschliff verbunden ist.



CH 690 541 A5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wendelspiral-Fallfilm-Verdampfer, im Folgenden Helix-Verdampfer genannt, gemäss Oberbegriff der Patentansprüche 1 bis 3.

Die Wirkungsweise derartiger Verdampfer beruht auf dem physikalischen Prinzip der Verdampfung oder Entgasung von Flüssigkeiten bei kurzzeitiger Verweildauer an beheizten Flächen, im Folgenden Verdampferflächen genannt.

Die kontinuierliche Arbeitstechnik ist erforderlich zum Eindampfen von Lösungen, wie z.B. Reaktionslösungen mit thermolabilen flüssigen Substanzen bzw. flüssigen Eindampfrückständen. Solche Lösungen können mit dem neuartigen Helix-Verdampfer über die gesamte Eindampfdauer, bei konstanter minimaler Sekunden-Verweildauer und minimaler Temperatur, thermisch schonendst aufgearbeitet werden. Dies ist der entscheidende Vorteil im Vergleich zu den üblicherweise in der chemischen und physikalischen Labor- und Pilotplant-Technik benützten Rotationsverdampfern mit Minuten- bis Stunden-Verweildauer des Eindampfrückstandes im Destillationskolben. Dabei können durch die lange thermische Belastung des Eindampfrückstandes, wie beispielsweise Rohprodukte oder Reinprodukte, Zersetzungsprodukte gebildet werden. Diese Nebenprodukte beeinträchtigen oft die Qualität und die Ausbeute von Zwischen- und Endprodukten.

Im Extremfall kann sich der angesammelte Eindampfrückstand im Destillationskolben des Rotationsverdampfers, infolge der dauernden Erwärmung, spontan zersetzen.

Thermisch schonendes Eindampfen, Destillieren oder Entgasen ist im Vergleich zum Helix-Verdampfer nur mit apparativ und personell wesentlich aufwendigeren Dünnschichtverdampfern mit rotierenden Wischersystemen möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es diese Nachteile zu beseitigen. Dies wird erreicht mit den erfindungsgemässen Helix-Verdampfern Fig. 1 bis Fig. 3, die besonders kompakt konstruiert wurden. Die hervorragenden Vorteile dieser Verdampfer, gegenüber den bestehenden Rotationsverdampfern und Dünnschichtverdampfern, sind die mit der Verdampfer-Wendelspirale erreichte optimale dünnschichtige Verteilung des Einsatzproduktes, ohne aufwändige und störungsanfällige bewegliche Apparatekomponenten, das Verdampfen bzw. Destillieren oder Entgasen praktisch ohne Druckverlust und das Arbeiten bei minimaler thermischer Exposition bzw. Sekunden-Verweildauer von kleinen Teilmengen des Einsatzproduktes und des flüssigen Eindampf-, bzw. Destillationsrückstandes durch die Dosierung des Einsatzproduktes.

Die handlichen Helix-Verdampfer sind dank ihrer flexiblen und einfachen Einsetzbarkeit sowie ihrer optimalen Funktion, auch bezüglich der hohen Betriebs- und Arbeitssicherheit, für die rationelle Arbeitstechnik sehr nützliche und effiziente Apparate.

Die neuartige konstruktive Lösung besteht im erfindungsgemässen Helix-Verdampfer der Ansprüche 1 bis 3. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Im Folgenden werden drei beispielsweise Ausführungsvarianten des erfindungsgemässen Helix-Verdampfers anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

– Fig. 1 bis Fig. 3 je einen teilweisen Axialschnitt durch die drei Ausführungsbeispiele der Helix-Verdampfer in der für derartige Geräte üblichen schematischen Darstellung,

– Fig. 1.1 einen Schnitt nach Linie A–A in Fig. 1, – Fig. 1.2 einen Schnitt nach Linie B–B in Fig. 1 und

– Fig. 2.1 einen teilweise Axialschnitt durch die Kühlspirale.

Der in Fig. 1 dargestellte Helix-Verdampfer besteht aus einem Verdampferrohr (1), das an der Innenwand mit einer Flachprofil-Wendelspirale (Helix) (2) oder einer Rundprofil-Helix verschmolzen, verschweisst oder verlötet ist, im Folgenden verschmolzen, angeschmolzen oder angeordnet genannt. Mit der Aussenwand des Verdampferrohres (1) ist das Heizmantelrohr (3) unten und oben koaxial verschmolzen. An diesem ist mit den wulstförmigen Enden unten der Wärmeträger-Eintrittsstutzen (4) und oben der Wärmeträger-Austrittsstutzen (5) tangential und nach hinten gerichtet angeschmolzen. Am oberen Teil des Verdampferrohres (1) ist in der vertikalen Axialansichtsebene auf der einen Seite das Einsatzprodukt-Zulaufrohr (6) und diametral das Brüdenrohr (7) angeordnet. Der Anschmelzquerschnitt vom Einsatzprodukt-Zulaufrohr (6) am Verdampferrohr (1) hat unten eine ablaufbündige Spalt-Öffnung (9) und oben eine Spritzschutz-Rohrteilfläche (10) vom Verdampferrohr (1). In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Apparates wird zweckmässig am Brüdenrohr (7) ein Temperatur-Messstutzen (8) und am oberen Teil des Verdampferrohres (1) koaxial ein Kühlfingerstutzen (17) angeschmolzen. Der untere Teil des Verdampferrohres (1) endet mit dem Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11), durch das der Destillationsrückstand bzw. Eindampfrückstand in ein beispielsweise kühlabes Gefäss läuft.

Der Steigungswinkel (12) der Flachprofil-Helix (2) ist vorzugsweise etwa 10° , kann aber je nach Verdampfergrösse, Verdampferdurchmesser und oder Viskosität der Bearbeitungs-Flüssigkeiten etwa $5-30^\circ$ betragen.

Der obere Anschmelzwinkel (13) zwischen dem Verdampferrohr (1) und der Flachprofil-Helix (2) ist vorzugsweise etwa 25° , kann aber je nach Verdampfergrösse bzw. Durchmesser etwa $5-45^\circ$ betragen.

Das Verhältnis der horizontalen Helix-Flachprofilbreite (14) zur lichten Weite (15) der Flachprofil-Helix (2) ist vorzugsweise etwa 1:2, kann aber je nach Verdampfergrösse bzw. Durchsatzmenge etwa 1:1 bis etwa 1:5 sein.

Anstelle der externen Kondensation der Brüden können diese auch nach dem Prinzip der Kurzwegdestillation, an einem, im Kühlfingerstutzen (17) eingesteckten, Kühlfinger (16/Fig. 2) bzw. an einer Kühlspirale (Fig. 2.1) kondensiert werden. Dabei läuft das Destillat bzw. der Destillationsrückstand

analog Fig. 2 via Destillat-Ablaufrohr (18) bzw. Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) in angeflanschte Gefässe. Bei dieser Arbeitsmethode kann das Brüdenrohr (7) als Vakuumstutzen benützt werden oder mit einer Abschlussskappe verschlossen werden.

Der in Fig. 2 dargestellte Helix-Verdampfer mit koaxial oben angeschmolzenem oder einsteckbarem Kühlfinger (16) oder Kühlspirale (Fig. 2.1) entspricht bezüglich der Verdampfer-Konstruktion bzw. Funktion demjenigen von Fig. 1.

Beim Helix-Verdampfer Fig. 2 werden die Flüssigkeitsdämpfe direkt am angeschmolzenen oder im Kühlfingerstutzen (17/Fig. 2.1) eingesteckten Kühlfinger (16) kondensiert und via Destillat-Ablaufrohr (18) im angeflanschten Gefäss gesammelt. Dies im Gegensatz zum Helix-Verdampfer Fig. 1, bei dem die Flüssigkeitsdämpfe via Brüdenrohr (7) ausserhalb des Verdampfers kondensiert werden. Anstelle des Kühlfingers (16) kann auch eine Kühlspirale (Fig. 2.1) angeschmolzen oder durch einen koaxial angeschmolzenen Kühlfingerstutzen (17/Fig. 2.1) eingesteckt werden. Der Destillationsrückstand bzw. Eindampfrückstand läuft durch das am unteren Ende des Verdampferrohres (1) seitlich angeschmolzene Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) in ein angeflanshtes Gefäss.

Das unten am Verdampferrohr (1) seitlich angeschmolzene Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11), mit daran angeschmolzenem Destillat-Ablaufrohr (18), kann beispielsweise auch mit einer Kegelschliff-Verbindung zwischen dem Verdampferrohr (1) und dem Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) verbunden werden.

Bei der Variante Fig. 2 kann die oft bekannte und daher nicht erforderliche Brudentemperatur nicht gemessen werden, im Gegensatz zu den Varianten Fig. 1 und Fig. 3 mit Temperatur-Messstutzen (8).

Das Verhältnis der horizontalen Helix-Flachprofilbreite (14) zum Kühlfinger- oder Kühlspiralen-Abstand (19) ist vorzugsweise etwa 1:0,6, kann aber je nach Verdampfergrösse bzw. Durchsatzmenge bis etwa 1:1,5 vergrössert werden.

Der in Fig. 3 dargestellte Helix-Verdampfer entspricht bezüglich der Verdampfer-Konstruktion bzw. Funktion demjenigen von Fig. 1 und 2.

Im Gegensatz zur Ausführung Fig. 2, ist der Kühlfinger (16) oder die Kühlspirale (Fig. 2.1) mit dem Destillat-Ablaufrohr (18) am Verdampferboden koaxial angeschmolzen. Da der Kühlfinger (16) oder die Kühlspirale (Fig. 2.1) unterhalb der oberen Verdampfungszone endet, kann die Destillationstemperatur via Temperatur-Messstutzen (8) gemessen werden.

Das unten am Verdampferrohr (1) seitlich angeschmolzene Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11), mit einem vertikalkoaxial angeschmolzenen und diametral abgewinkelten Destillat-Ablaufrohr (18), mit koaxial angeschmolzenem Kühlfinger (16) oder Kühlspirale (Fig. 2.1), kann beispielsweise auch mit einer Kegelschliff-Verbindung zwischen dem Verdampferrohr (1) und dem Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) verbunden werden.

Für die Variante Fig. 3 sind die Verhältniszahlen bezüglich der Helix-Flachprofilbreite (14) zum Kühl-

finger- oder Kühlspiralen-Abstand (19) analog derjenigen von Fig. 2.

Das Verhältnis der lichten Weite des Verdampferrohres (1) zur wirksamen Verdampferhöhe ist für die Varianten Fig. 1 bis Fig. 3 vorzugsweise etwa 1:2,5, kann aber je nach Durchsatzmenge zwischen etwa 1:1 bis etwa 1:5 variieren.

Mit den beschriebenen Helix-Verdampfern kann bei Atmosphärendruck und im Vakuum bis etwa 10^{-5} mbar gearbeitet werden. Beim Modell Fig. 1 kann, zur Beschleunigung des Verdampfens oder Entgasens, Trägergas via Eindampfrückstand-Ablaufrohr (11) eingeleitet werden. Bevorzugte Trägergase sind beispielsweise Stickstoff, Argon und Kohlendioxid.

Die vorzugsweise aus Borosilicatglas 3.3 hergestellten Modelle Fig. 1 bis 3 können zusätzlich zum kontinuierlichen Eindampfen und Entgasen auch für andere destillative Trennprozesse eingesetzt werden.

Für die thermisch schonenden Kurzweg- und Molekulardestillationen sind die Modelle Fig. 2 und 3 besonders gut geeignet, da die Dampfmoleküle nach sehr kurzem Weg am benachbarten Kühlfinger (16) bzw. an der Kühlspirale (Fig. 2.1) kondensiert werden. Beim Modell Fig. 3 ist zudem die Destillations-Temperatur via Temperatur-Messstutzen (8) sehr einfach messbar, gegenüber den handelsüblichen Apparaten mit rotierenden Wischersystemen, bei welchen nur die Heizmedium-Temperatur messbar ist.

Thermostabile Lösungen mit flüssigen oder festen Substanzen bzw. Eindampfrückständen können mit den Modellen Fig. 1 bis 3 auch konventionell batchweise eingedampft werden. Dabei wird das Einsatz-Produkt, beispielsweise in einem Rundkolben, der am Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) angeflanscht ist, erwärmt und die leichtflüchtigen Anteile abdestilliert.

Das Modell Fig. 1 kann auch als Fraktionierkolonne für Batch-Destillationen von thermostabilen Substanzen eingesetzt werden. Dabei wird das Einsatz-Produkt beispielsweise in einem Rundkolben, der am Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) angeflanscht ist, erwärmt und die Fraktionen via Brüdenrohr (7) abdestilliert.

Neben den verschiedenartigen destillativen Einsatzmöglichkeiten, eignen sich die Helix-Verdampfer Fig. 1 bis 3 auch als einfach einsetzbare Konti-Reaktoren. Dies besonders in Forschungs- und Entwicklungslaboratorien für die kontinuierliche Prozessführung exothermer Reaktionen, wie z.B. Nitrieren, Sulfonieren oder Chlorsulfonieren, mit thermolabilen flüssigen und gasförmigen Edukten und oder Produkten. Bei der nur kurzzeitig thermischen Expositionsdauer von kleinen Mengen der Reaktanten, ist die Arbeitssicherheit auch bei Zersetzungen, von beispielsweise Nitro- und Oxinitro-Verbindungen durch Autoxidation, gewährleistet. Ein weiterer Vorteil ist der Einsatz für Reaktionen, wie z.B. Kondensationen und Verseifungen, bei welchen flüchtige Komponenten gebildet werden. Da diese am Kühlfinger (16) oder an der Kühlspirale (Fig. 2.1) kondensieren, bzw. der Reaktionslösung kontinuierlich entzogen werden, kann die Reaktionsgeschwindig-

keit und die Qualität des Reaktionsproduktes positiv beeinflusst werden.

Die erfindungsgemässen Helix-Verdampfer können in verschiedenen Grössen hergestellt und verwendet werden. Sie sind vorzugsweise aus Borosilicatglas 3.3, mit etwa 1–5 mm Wandstärke gefertigt, können aber auch aus Quarzglas, Stahl oder anderen Metallen hergestellt werden. Zur Verhinderung von fotolytischen Zersetzungen werden für lichtempfindliche Substanzen Helix-Verdampfer mit aussengebräuntem Borosilicatglas 3.3 hergestellt. Die in den Zeichnungen Fig. 1 bis 3 angegebenen Normkegelschliffe und Gewindestutzen sind bevorzugte Ausführungsbeispiele. Generell können aber auch als Glas- und Metall-Verbindungsanschlüsse Kugel- und Planschliffe sowie Schraubverbindungen, wie beispielsweise Glas-Gewindestutzen Rd 14 oder GL 14 bzw. Metallverschraubungen an den verschiedenen Stutzen angebracht werden.

Für den multifunktionellen Einsatz in Forschungs- und Entwicklungs-Laboratorien eignen sich die aus Borosilicatglas 3.3 hergestellten Modelle Fig. 1 bis 3, mit zweckmässigen Grössen von etwa 300 mm Gesamthöhe, mit einem Aussendurchmesser von etwa 40–70 mm, einer Wendelspiral-Länge von etwa 550–1100 mm und einer Verdampfer-Fläche von etwa 20–40 cm². Mit diesen Modellen können je nach Destillationstemperatur etwa 200–500 ml Substanzen pro Stunde abdestilliert werden.

Die neuartigen Helix-Verdampfer erfüllen die Anforderungen bezüglich universeller Einsetzbarkeit, optimaler Funktion, rationeller Arbeitstechnik und hoher Arbeitssicherheit, welche für die Labor- und Pilotplant-Technik in der Chemischen Industrie und in den Ausbildungsstätten erforderlich sind.

Patentansprüche

1. Helix-Verdampfer mit zwei coaxialen Rohrzyklindern (1) und (3), die oben und unten miteinander verschmolzen sind, wobei am oberen Ende des verlängerten inneren Rohres, dem Verdampferrohr (1), in der vertikalaxialen Ansichtsebene auf der einen Seite ein Einsatzprodukt-Zulaufrohr (6) und diametral ein Brüdenrohr (7) mit einem Temperatur-Messstutzen (8) angeschmolzen ist und unten am Verdampferrohr (1) mit einem coaxialen Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) endet, dadurch gekennzeichnet, dass im Verdampferrohr (1) eine Helix (2) rinnenförmig angeschmolzen ist und am äusseren Rohr, dem Heizmantelrohr (3), an den wulstförmigen Enden unten ein Wärmeträger-Eintrittsstutzen (4) und oben ein Wärmeträger-Austrittsstutzen (5) tangential nach hinten gerichtet angeschmolzen ist.

2. Helix-Verdampfer mit zwei coaxialen Rohrzyklindern (1) und (3), die oben und unten miteinander verschmolzen sind und am oberen Ende des verlängerten Verdampferrohres (1) in der vertikalaxialen Ansichtsebene seitlich ein Einsatzprodukt-Zulaufrohr (6) sowie coaxial ein Kühlfinger (16) bzw. eine Kühlschleife (Fig. 2.1) oder ein Kühlfingerstutzen (17) angeschmolzen ist, wobei der Kühlfinger (16) bzw. die Kühlschleife (Fig. 2.1) unten in ein coaxiales Destillat-Ablaufrohr (18) hineinragt, das am Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) ange-

schmolzen ist, welches am unteren Teil des Verdampferrohres (1) seitlich angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Verdampferrohr (1) eine Helix (2) rinnenförmig angeschmolzen ist und am äusseren Rohr, dem Heizmantelrohr (3), an den wulstförmigen Enden unten ein Wärmeträger-Eintrittsstutzen (4) und oben ein Wärmeträger-Austrittsstutzen (5) tangential nach hinten gerichtet angeschmolzen ist.

3. Helix-Verdampfer mit zwei coaxialen Rohrzyklindern (1) und (3), die oben und unten miteinander verschmolzen sind und am oberen Ende des verlängerten Verdampferrohres (1) coaxial ein Temperatur-Messstutzen (8) und in der vertikalaxialen Ansichtsebene seitlich ein Einsatzprodukt-Zulaufrohr (6) angeschmolzen ist sowie am unteren Teil des verlängerten Verdampferrohres (1) ein seitlich angeschmolzenes Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) mit einem vertikalkoaxial angeschmolzenen und diametral abgewinkelten Destillat-Ablaufrohr (18), an dem vertikalkoaxial ein Kühlfinger (16) bzw. eine Kühlschleife (Fig. 2.1) angeordnet ist, der bzw. die bei der zweitobersten Wendelschleife der Helix (2) endet, dadurch gekennzeichnet, dass im Verdampferrohr (1) eine Helix (2) rinnenförmig angeschmolzen ist und am äusseren Rohr, dem Heizmantelrohr (3), an den wulstförmigen Enden unten ein Wärmeträger-Eintrittsstutzen (4) und oben ein Wärmeträger-Austrittsstutzen (5) tangential nach hinten gerichtet angeschmolzen ist.

4. Helix-Verdampfer nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die an der Innenwand des Verdampferrohres (1) rinnenförmig angeschmolzene Helix (2) sowohl aus Flach-, Halb- oder anderen Profilelementen sein kann.

5. Helix-Verdampfer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass am oberen Ende des Verdampferrohres (1) coaxial ein Kühlfingerstutzen (17) und am unteren Teil des Verdampferrohres (1), in der vertikalaxialen Ansichtsebene seitlich ein Destillationsrückstand-Ablaufrohr (11) mit einem vertikalkoaxialen Destillat-Ablaufrohr (18), angeschmolzen ist.

6. Helix-Verdampfer nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschmelzquerschnitt vom Einsatzprodukt-Zulaufrohr (6) am Verdampferrohr (1) unten eine ablaufbündige Spalt-Öffnung (9) hat und die Spritzschutz-Rohrteillfläche (10) vom Verdampferrohr (1) in den Anschmelzquerschnitt hineinragt.

7. Helix-Verdampfer nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Steigungswinkel (12) der Helix (2) etwa 5–30° beträgt.

8. Helix-Verdampfer nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Verdampferrohr (1) und der Helix (2) mit Flachprofil oder anderen anwinkelbaren Profilelementen der obere Anschmelzwinkel (13) etwa 5–45° beträgt.

9. Helix-Verdampfer nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die horizontale Helix-Profilbreite (14) zur lichten Weite (15) der Helix (2) in einem Verhältnis von etwa 1:1 bis etwa 1:5 steht.

10. Helix-Verdampfer nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die horizontale Helix-Profilbreite (14) zum Kühlfinger- oder Kühlschleifen-

Abstand (19) in einem Verhältnis von etwa 1:0,5 bis etwa 1:1,5 steht.

11. Helix-Verdampfer nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die lichte Weite des Verdampferrohres (1) zur wirksamen Verdampferhöhe in einem Verhältnis von etwa 1:1 bis etwa 1:5 steht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

Fig. 1

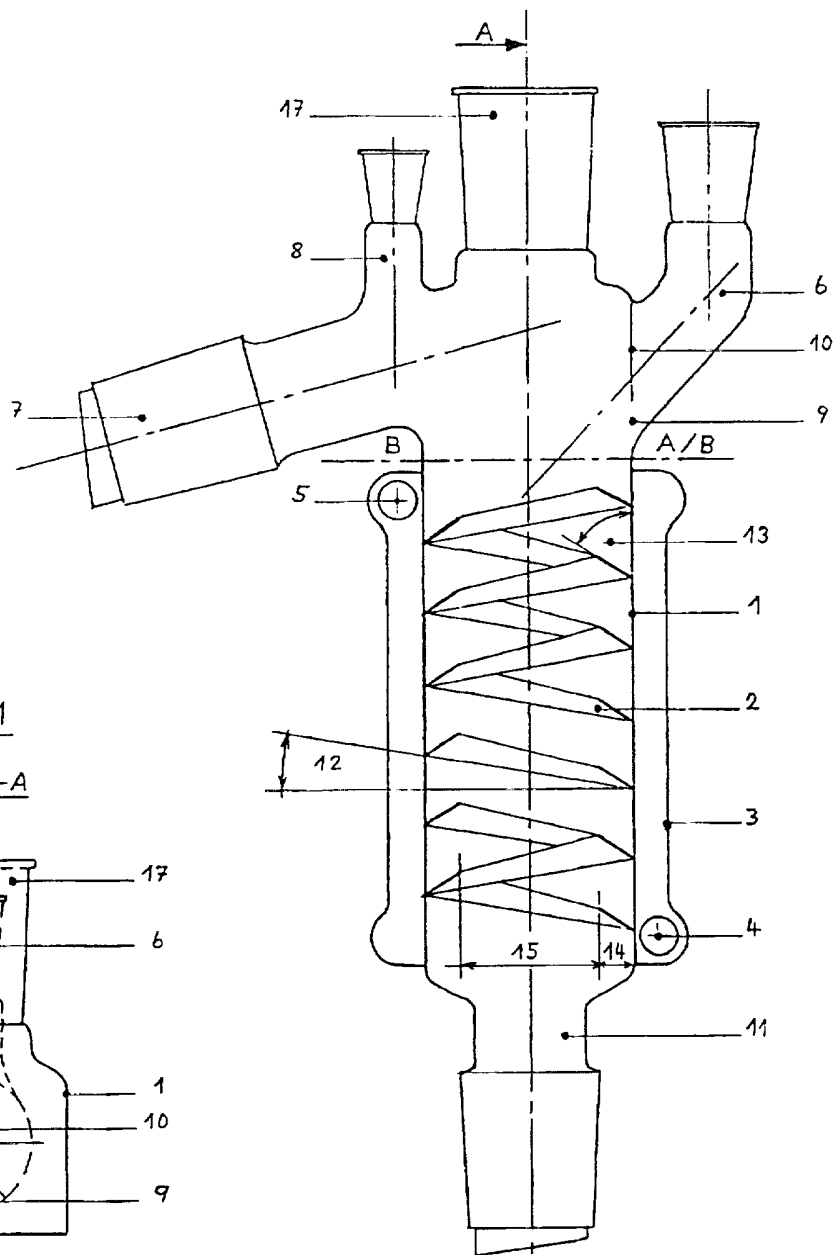


Fig. 1.1

Schnitt A-A

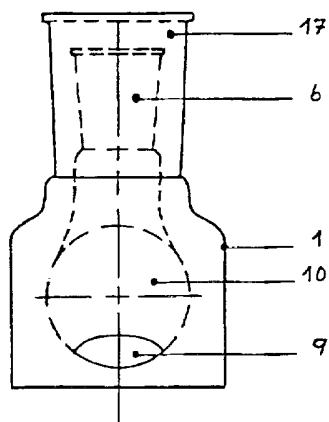
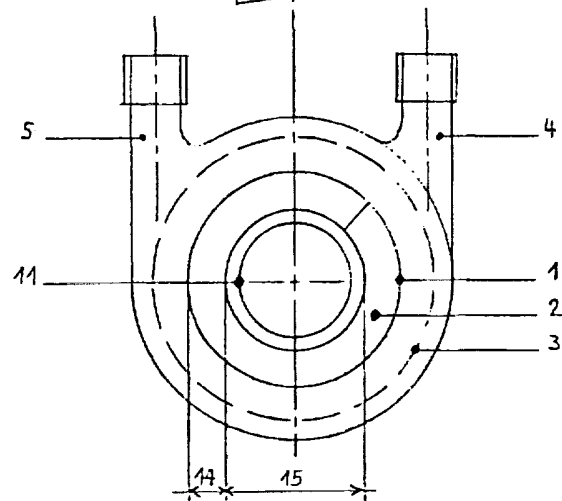


Fig. 1.2

Schnitt B-B



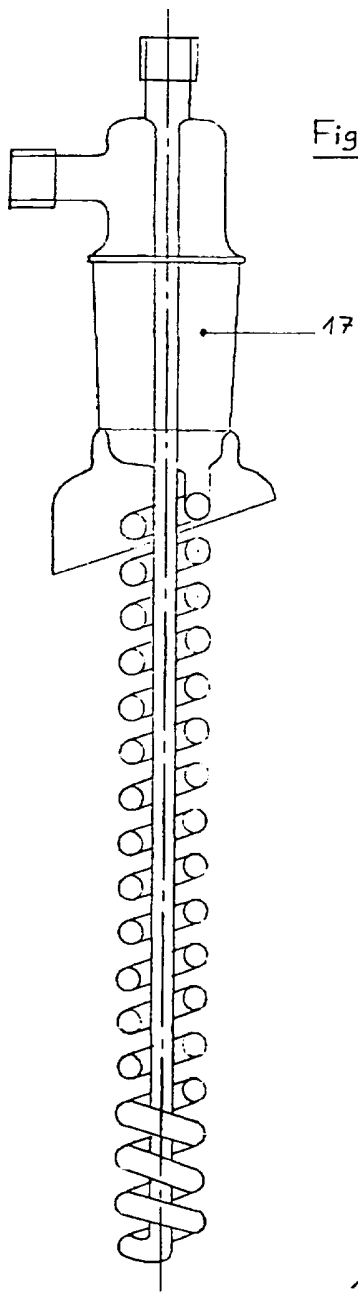


Fig. 2.1

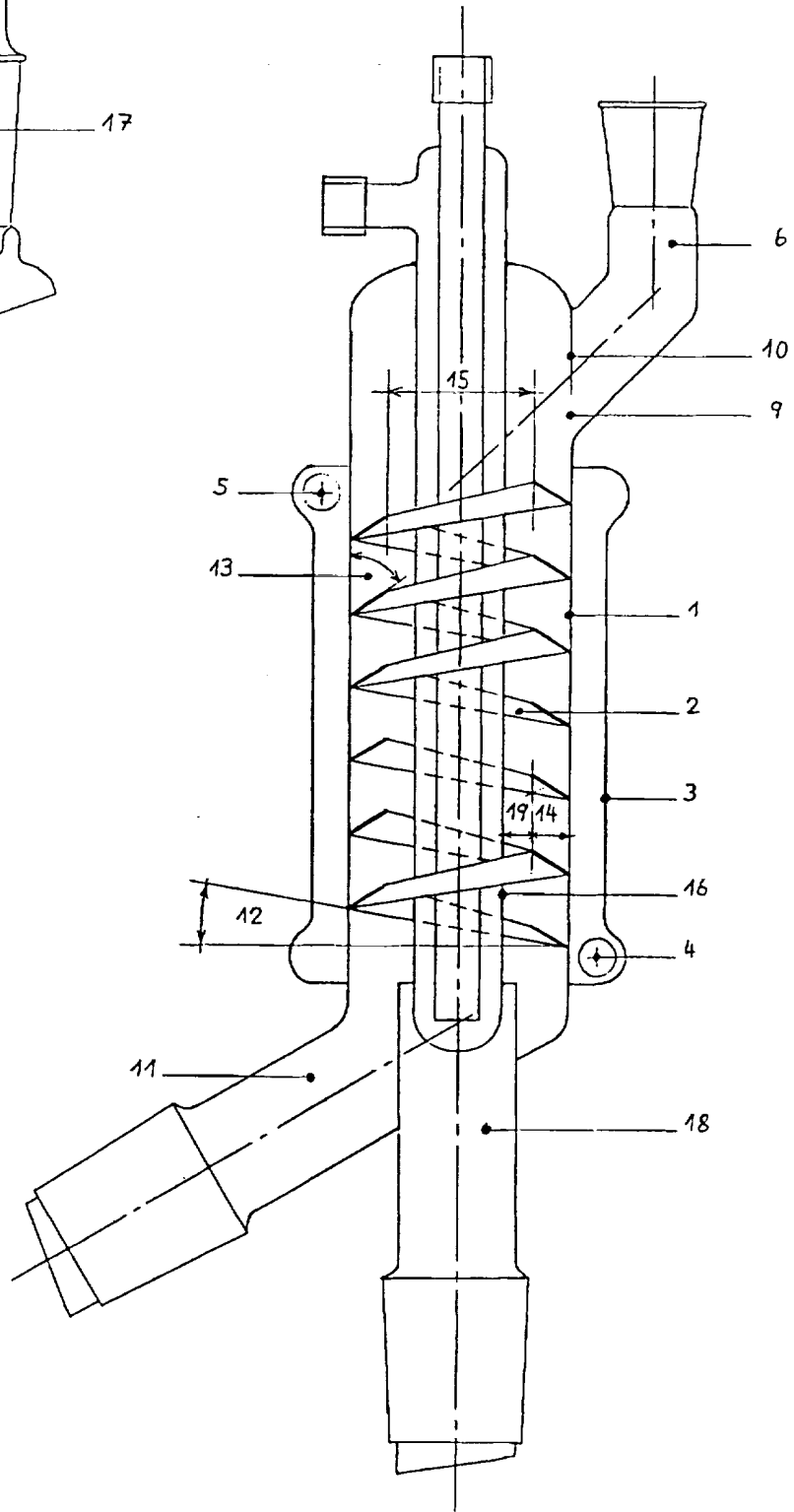


Fig. 2

Fig. 3

