

PATENTSCHRIFT 143 229

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

			Int. Cl. ³	
(11)	143 229	(44)	13.08.80	3(51) B 29 D 27/00
(21)	WP B 29 D / 213 607	(22)	14.06.79	

(71) siehe (72)

(72) Wetzel, Klaus, Dipl.-Ing.; Lange, Eckehard, Dipl.-Chem.;
Anz, Johannes, Dipl.-Ing.; Lehmann, Margitte, Dipl.-Chem.;
Reinholz, Sigfried, DD

(73) siehe (72)

(74) Dipl.-Ing. Bodo Tragsdorf, VEB Plastmaschinenwerk Schwerin,
2700 Schwerin-Süd

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung geschäumter
Kunststoffprofile

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung extrudierter, geschäumter Kunststoffprofile mit einer glatten Außenhaut und einer gleichmäßigen Zellstruktur. Ausgehend von dem Ziel, den technisch-ökonomischen Herstellungsaufwand für die Extrusionslinie zu senken, den technologischen Verfahrensablauf für die Profilverstellung zu vereinfachen sowie die Qualität und Ausstoßleistung zu verbessern, besteht die Aufgabe darin, eine wesentliche Vereinfachung des konstruktiven Aufbaus des Extrusionswerkzeuges zu erreichen und einen leicht steuer- und kontrollierbaren Schäumprozeß zu ermöglichen. Als Lösung wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem in dem Extrusionswerkzeug ein Strang geformt wird, der in einem Schäumkopf aufschäumt, profiliert und fixiert wird und als plastisches Profil mit elastischer Außenhaut diesen verläßt. Der Schäumkopf ist unmittelbar am Extrusionswerkzeug angeschlossen, hat eine stetige Querschnittsveränderung, wobei der Öffnungswinkel und die Länge in bestimmten Bereichen variieren können. Das ist abhängig von dem gewünschten Schäumungsgrad und der Profilabmessung. Die hergestellten Profile weisen ein niedriges Raumgewicht, eine hohe Maßhaltigkeit und eine glatte glänzende Oberfläche auf. - Fig.1 -



Titel

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung geschäumter Kunststoffprofile

Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung extrudierter, geschäumter Kunststoffprofile mit einer glatten Außenhaut und einer gleichmäßigen Zellstruktur und die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei der Herstellung extrudierter, geschäumter Kunststoffprofile kommt der Gestaltung des Extrusionswerkzeuges eine entscheidende Bedeutung zu, da es einen wesentlichen Einfluß auf die Qualität des herzustellenden Profiles und auf die erreichbare Ausstoßleistung ausübt.

Die besonderen Probleme ergeben sich durch die spezifischen Bedingungen bei der Herstellung geschäumter Kunststoffprofile, da neben den bekannten Einflußgrößen, wie Fließgeschwindigkeit, Fließwiderstand, Düsenquerschnitt und Quellung, noch die Schaumbildung der Kunststoffes berücksichtigt werden muß.

Es sind bereits mehrere Verfahren zur Herstellung geschäumter Kunststoffartikel bekannt. Nach dem sogenannten "Celuka-Verfahren" (DE-AS 1 729 076, DE-OS 1 913 921 und DE-OS 2 050 550) wird durch einen im Werkzeug angeordneten Dorn, der als Verdränger bzw. Fließbremse wirkt, in dem extrudierten Kunststoffstrang ein Hohlraum erzeugt.

Der Kunststoffstrang wird in die unmittelbar am Werkzeug befestigte Kalibriervorrichtung, deren Durchgangsquerschnitt mit dem Außenquerschnitt des Stranges identisch ist, extrudiert und schäumt in der Kalibriervorrichtung aus, wobei sich auf Grund der intensiven Kühlung eine feste Außenhaut bildet und der übrige Teil der Schmelze frei nach innen aufschäumen kann.

Der Nachteil dieses Verfahrens besteht in der durch den Dorn erforderlichen besonderen Fließkanalgestaltung, die zu einem hohen Fertigungsaufwand führt.

Außerdem muß der Dorn durch Stege gehalten werden, die einen unerwünschten Fließwiderstand darstellen und zu Überhitzungserscheinungen der Schmelze führen können. Außerdem sind die durch die Stege hervorgerufenen Fließmarkierungen am hergestellten Profil zu sehen. Dadurch wird die Qualität der herzustellenden Profile beeinträchtigt. Auf Grund des Ausschäumens des durch den Dorn gebildeten Hohlraumes von außen nach innen läßt sich keine vollkommen gleichmäßige Schaumstruktur erzielen und die erreichbare Ausstoßleistung ist gering.

Bei dem bekannten "Woodlite-Verfahren" (DE-AS 2 038 803, DE-AS 2 256 130, DE-AS 2 428 999 und DE-OS 2 510 006) wird die treibmittelhaltige Kunststoffschmelze durch eine am Düsenausgang angeordnete Lochplatte zu Strängen extrudiert, wobei sich auf den einzeln aufschäumenden Strängen eine Haut bildet und die Stränge anschließend zu einem einheitlichen Gebilde verschweißen. Durch eine weitere Lochplatte, die der anderen vorgeschaltet ist, kann die Dichte der Extrudate variiert werden.

Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß die erhaltenen Profile, wenn sie für dekorative Zwecke verwendet werden sollen, erst einer aufwendigen Wärmebehandlung unterzogen werden müssen, um die Oberfläche zu verbessern.

Ferner kommt es durch die Teilung der Schmelze in einzelne Stränge zu einer Zerstörung der Zellstruktur, so daß eine homogene Zellverteilung nicht mehr gewährleistet ist.

Ein weiterer wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß es nur für Polystyrol und Mischpolymerisate von Styrol und anderen Monomeren, in denen der Styrolanteil überwiegt, geeignet ist.

Es ist auch bekannt, zur Erhöhung des Druckaufbaues im Extrusionswerkzeug ein Drosselgitter anzuordnen (DE-AS 2 249 435). Dadurch wird ein vorzeitiges Aufschäumen der Schmelze im Werkzeug verhindert und es wird eine gleichmäßig strömende Fließfront erzielt.

Gemäß einer Weiterentwicklung dieser Lösung werden zusätzlich noch Verdrängerkörper (Stifte) in dem Drosselgitter angeordnet, um eine geringere Dichte zu erreichen (DE-AS 2 359 282). Diese Lösungen erfordern einen hohen technischen und ökonomischen Aufwand. Außerdem wird die Schmelze in Einzelströme getrennt, die wieder miteinander verschweißen müssen. Bei bestimmten Kunststoffen wie z. B. PE, sind die durch die Verschweißung hervorgerufenen Nahtstellen am hergestellten Profil sichtbar.

Alle diese Lösungen haben den Nachteil, daß die treibmittelhaltige Schmelze im Extrusionswerkzeug mittels verschiedenartiger Vorrichtungen, wie z. B. Dorn, Lochplatte, Drosselgitter usw., reguliert wird. Dadurch wird der Werkzeugaufbau kompliziert und für bestimmte Kunststoffe, wie z. B. PVC, besteht die Gefahr der thermischen Schädigung. Ferner sind Schwierigkeiten bei der Regelung des Schäumprozesses durch Viskositätsschwankungen zu erwarten. Der im plastischen Zustand aus dem Extrusionswerkzeug austretende Profilstrang wird beim Abziehen stark gereckt, so daß sich noch Verschiebungen in der Zellstruktur ergeben können, die ein Ansteigen des Raumgewichtes zur Folge haben.

Es ist noch eine Lösung bekannt (DE-OS 2 236 779) bei der zur Verringerung der Dichte der thermoplastische Strang frei ausschäumen kann, indem er eine zwischen dem Extrusionswerkzeug und Kalibriervorrichtung angeordnete Aufschäumkammer durchläuft. Diese Lösung hat den Nachteil, daß die hergestellten Profile keine glatte Außenhaut aufweisen und demzufolge für dekorative Zwecke ungeeignet sind. Außerdem ist das freie Durchhängen des Stranges während des Aufschäumens in dieser Kammer für die Qualität des herzustellenden Profiles von Nachteil. Ferner erfordert diese Aufschäumkammer einen hohen technisch-ökonomischen Aufwand und auf Grund des verfahrenstechnisch schwer beherrschbaren Schäumprozesses kommt es zu Qualitätsschwankungen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den technisch-ökonomischen Herstellungsaufwand für die Extrusionslinie zu senken, den technologischen Verfahrensablauf für die Profilverstellung zu vereinfachen, die Qualität zu verbessern und die Ausstoßleistung für die herzustellenden Profile zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung geschäumter Kunststoffprofile geringer Dichte mit glatter Außenhaut und gleichmäßiger Zellstruktur und die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung zu entwickeln, die einen wesentlichen vereinfachten konstruktiven Aufbau des Extrusionswerkzeuges und einen leicht steuer- und kontrollierbaren Schäumprozeß ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in dem Extrusionswerkzeug ein Strang geformt wird, der in einen eine stetige Querschnittsveränderung aufweisenden Schäumkopf eintritt und in diesem ohne Geschwindigkeitsgradienten in Extrusionsrichtung quer zur Extrusionsrichtung aufschäumt, profiliert und vorfixiert wird und durch Volumensteuerung während der Expansion und gegebenenfalls Kompression als plastisches Profil mit elastischer Außenhaut aus dem Schäumkopf austritt. In dem Extrusionswerkzeug werden die Hauptkonturen, die vorzugsweise einen kreisförmigen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt aufweisen, geformt und in dem Schäumkopf erfolgt während des Aufschäumens allmählich die weitere Formgebung bis zur fertigen Profilform. Die Temperatur an der Eintrittsöffnung des Schäumkopfes liegt unterhalb der Massetemperatur des plastischen Massestranges und an der Austrittsöffnung unterhalb der Einfriertemperatur des zu verarbeitenden Kunststoffes.

Entsprechend der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist an dem Extrusionswerkzeug ein eine stetige Querschnittsveränderung aufweisender Schäumkopf angeschlossen. Dieser hat an seinem Eintritt die gleichen Abmessungen wie die Austrittsöffnung des Extrusionswerkzeuges. Der Querschnitt der Austrittsöffnung des Schäumkopfes ist größer als der Querschnitt der Eintrittsöffnung.

Die Länge des Schäumkopfes beträgt das ein- bis zwanzigfache der größten Abmessung der Profilkontur. Der Öffnungswinkel des Schäumkopfes, gemessen zur Extrusionsachse, beträgt minus 30° bis plus 50° , vorzugsweise minus 5° bis plus 30° . Es ist auch möglich, daß sich der Öffnungswinkel des Schäumkopfes, gemessen zur Extrusionsachse in Extrusionsrichtung verändert. Das optimale Verhältnis von Öffnungswinkel und Länge richtet sich nach dem gewünschten Schäumungsgrad und der jeweiligen Profilabmessung und kann innerhalb der angegebenen Grenzen variiert werden. Die Innenwand des Schäumkopfes ist mit in Extrusionsrichtung zunehmenden Aussparungen und/oder Erhebungen versehen. Dies ist jedoch von der jeweiligen Profilform abhängig, die extrudiert werden soll. Der Querschnitt am Austritt des Schäumkopfes ist mit dem Querschnitt des herzustellenden Profiles identisch. Die Innenwand des Schäumkopfes besteht aus einem Material bzw. ist mit diesem beschichtet, das sehr gute Gleiteigenschaften aufweist. Vorzugsweise wird hierfür ein Fluorkunststoff eingesetzt. Zur Einhaltung der vorgegebenen Verarbeitungstemperaturen ist der Schäumkopf temperierbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 - den am Extrusionswerkzeug angeschlossenen Schäumkopf und die Kalibrier- und Kühlvorrichtung in Schnittdarstellung
- Fig. 2 - den Verlauf der Innenkontur des Schäumkopfes gemäß den Schnitten A - A, B - B, C - C, D - D und E - E in Fig. 1

Die erfindungsgemäße Linie zur Herstellung eines geschäumten Profiles besteht aus einem nicht dargestellten Extruder, dem Extrusionswerkzeug 1, dem Schäumkopf 2, der Kalibriervorrichtung 4, der Kühlvorrichtung 5 sowie der Abzugs- und Trennvorrichtung, die in der Zeichnung ebenfalls nicht dargestellt sind.

Der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist folgender. Das treibmittelhaltige thermoplastische Material wird in einem Extruder unter Wärme- und Druckeinwirkung aufgeschmolzen und homogenisiert, wobei das Treibmittel gasförmig in gelöster Form in der Schmelze vorliegt. Die homogenisierte Schmelze wird in das Extrusionswerkzeug 1 gefördert und in diesem zu einem Strang geformt. Dieser kann einen kreisförmigen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt haben, der von der Form des herzustellenden Profils abhängig ist und die Hauptkontur darstellt. Der Strang tritt mit einem über den Querschnitt gleichmäßigen Druckgradienten in den Schäumkopf 2 ein. Dieser ist so temperiert, daß die Temperatur an der Eintrittsöffnung unterhalb der Masstemperatur des plastischen Massestranges und an der Austrittsöffnung des Schäumkopfes 2 unterhalb der Einfriertemperatur des zu verarbeitenden Kunststoffes liegt.

Im Schäumkopf 2 schäumt der bis dahin unaufgeschäumte plastische Massestrang auf, wird durch Volumensteuerung entsprechend den Konturen des Schäumkopfes 2 allmählich profiliert, vorfixiert und tritt als geschäumter Massestrang mit elastischer Außenhaut aus dem Schäumkopf 2 aus.

Der bereits die fertige Profilform aufweisende Schaumstrang wird anschließend mittels an sich bekannter Kalibrier- und Kühlvorrichtungen fixiert und auf die gewünschte Länge getrennt.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht in der einfachen technologischen Handhabung des Extrusionsprozesses, infolge des leicht steuer- und kontrollierbaren Schäumprozesses im Schäumkopf.

Es hat sich als besonders günstig erwiesen, daß das Aufschäumen, Profilieren und Vorfixieren in einer Vorrichtung, dem Schäumkopf, erfolgt.

Ein weiterer Vorteil ist die wesentliche Vereinfachung des Extrusionswerkzeuges. Es ist sogar möglich, mit einem Extrusionswerkzeug Profile mit verschiedenen Querschnitten herzustellen. Entsprechend der gewünschten Profilform ist nur der Schäumkopf auszutauschen.

Die nach diesem neuen Verfahren hergestellten Schaumprofile zeichnen sich durch eine hohe Maßhaltigkeit aus und haben eine glatte, glänzende Oberfläche sowie ein niedriges Raumgewicht.

Die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung besteht aus einem am Extrusionswerkzeug 1 befestigten Schäumkopf 2 (Fig. 1). Der Schäumkopf hat an seinem Eintritt die gleichen Abmessungen wie die Austrittsöffnung des Extrusionswerkzeuges 2 und weist eine stetige Querschnittsveränderung auf. Wie Fig. 1 zeigt, ist die Austrittsöffnung größer als die Eintrittsöffnung.

Die Länge des Schäumkopfes 2 ist abhängig von der Abmessung der Profilkontur des herzustellenden Profiles und beträgt das ein- bis zwanzigfache der größten Abmessung der Profilkontur.

Als günstige Länge hat sich das fünf- bis zehnfache erwiesen. Außer von der Länge wird der Schäumungsgrad noch vom Öffnungswinkel des Schäumkopfes beeinflusst.

Gemessen in Extrusionsrichtung soll dieser in einem Bereich von minus 30° bis plus 50° , vorzugsweise minus 5° bis plus 30° , liegen.

Es ist auch möglich, daß sich der Öffnungswinkel in Extrusionsrichtung verändert. Der Schäumkopf 2 kann vollständig aus PTFE gefertigt werden bzw. seine Innenwand ist mit PTFE oder einem ähnlich gute Gleiteigenschaften aufweisenden Material versehen. Außerdem sind in dem Schäumkopf 2 entsprechende Bohrungen für ein Temperiermedium vorgesehen. Es besteht auch die Möglichkeit, getrennt zu heizen und zu kühlen.

Aus Fig. 2 ist der Konturenverlauf des Schäumkopfes 2 zur Herstellung eines Gleitprofils für Schubkästen ersichtlich. Am Einlauf (Schnitt A-A) hat der Schäumkopf 2 einen kreisförmigen Querschnitt mit den gleichen Abmessungen wie der Austrittsquerschnitt des Extrusionswerkzeuges 1.

Diese Konturen verändern sich allmählich bis zur endgültigen Kontur (Schnitt E-E) am Austritt des Schäumkopfes 2, die mit dem Querschnitt des herzustellenden Profiles identisch ist. Die scharfen Kanten 7; 8 sind erst im letzten Teil (Schnitt D-D bis Schnitt E-E) des Schäumkopfes 2 angeordnet. Der Massestrang verläßt im unaufgeschäumten Zustand das Extrusionswerkzeug 1, das einen kreisförmigen Querschnitt aufweist und tritt mit gleichmäßigem Druckgradienten in den temperierten Schäumkopf 2 ein, in dem er aufschäumt.

Durch das Aufschäumen des Massestranges gegen die Innenkonturen des Schäumkopfes 2 quer zur Extrusionsrichtung erhält der Massestrang die entsprechende Profilierung.

Zunächst erfolgt eine allmähliche Aufweitung des runden Querschnittes zu einem rechteckigen Querschnitt (Schnitt B-B).

Mit dem Aufschäumen des Massestranges beginnt die allmähliche Kompression in dem Bereich, in dem die Nut eingearbeitet ist (Schnitt B-B bis Schnitt C-C). Die Stellen, an denen die scharfen Kanten 7; 8 ausgebildet werden, schäumen bis zum letzten Teil (Schnitt D-D) des Schäumkopfes 2 in abgerundeten Formen auf. Die Endkonturen sind im letzten Teil (Schnitt D-D bis Schnitt E-E) eingearbeitet und der bereits vollständig aufgeschäumte Strang erhält in diesem Bereich seine endgültige Form.

Während des Gleitens des aufschäumenden Massestranges an der Innenkontur des Schäumkopfes 2 geht die Außenhaut des Massestranges in den elastischen Zustand über. Nach Austritt aus dem Schäumkopf 2 wird der profilierte, vorfixierte, aufgeschäumte Massestrang in einer nachfolgenden Kalibrierung 4 fixiert und durch die Kühlstrecke 5 bis zur vollständigen Erstarrung abgekühlt.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung können auch zur Herstellung geschäumter Hohlprofile eingesetzt werden.

Für diesen Anwendungsfall ist im Extrusionswerkzeug 1 und im Schäumkopf 2 noch ein der Innenkontur des herzustellenden Profils entsprechender Dorn angeordnet.

Dieses neue Verfahren ist für alle extrudierbaren thermoplastischen Kunststoffe geeignet, insbesondere jedoch für die Herstellung geschäumter Profile aus PVC hart.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Herstellung geschäumter Kunststoffprofile durch Extrudieren eines Treibmittel enthaltenden Kunststoffes in ein Extrusionswerkzeug, anschließendem Aufschäumen in einer Vorrichtung, die sich zwischen dem Extrusionswerkzeug und der Eintrittsöffnung der Kalibriervorrichtung befindet und nachfolgendem Kalibrieren und Kühlen des Schaumstoffstranges, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Extrusionswerkzeug ein Strang geformt wird, der in einen eine stetige Querschnittsveränderung aufweisenden Schäumkopf eintritt und in diesem ohne Geschwindigkeitsgradienten in Extrusionsrichtung quer zur Extrusionsrichtung aufschäumt, profiliert und vorfixiert wird und durch Volumensteuerung während der Expansion und gegebenenfalls Kompression als plastisches Profil mit elastischer Außenhaut aus dem Schäumkopf austritt.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Extrusionswerkzeug die Hauptkonturen, die vorzugsweise einen kreisförmigen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt aufweisen, geformt werden und in dem Schäumkopf während des Aufschäumens allmählich die weitere Formgebung bis zur fertigen Profilform erfolgt.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Temperatur an der Eintrittsöffnung des Schäumkopfes unterhalb der Massetemperatur des plastischen Massestranges und an der Austrittsöffnung unterhalb der Einfriertemperatur des zu verarbeitenden Kunststoffes liegt.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, gekennzeichnet dadurch, daß an dem Extrusionswerkzeug (1) ein eine stetige Querschnittsveränderung aufweisender Schäumkopf (2) angeschlossen ist, der an seinem Eintritt die gleichen Abmessungen wie die Austrittsöffnung des Extrusionswerkzeuges (1) hat.

5. Vorrichtung nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß der Querschnitt der Austrittsöffnung des Schäumkopfes (2) größer ist als der Querschnitt der Eintrittsöffnung.
6. Vorrichtung nach den Punkten 4 und 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Länge des Schäumkopfes (2) das ein- bis zwanzigfache, vorzugsweise das fünf- bis zehnfache, der größten Abmessung der Profilkontur beträgt.
7. Vorrichtung nach den Punkten 4 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß der Öffnungswinkel des Schäumkopfes (2) gemessen zur Extrusionsachse minus 30° bis plus 50° , vorzugsweise minus 5° bis plus 30° , beträgt.
8. Vorrichtung nach den Punkten 4 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß sich der Öffnungswinkel des Schäumkopfes (2), gemessen zur Extrusionsachse, in Extrusionsrichtung verändert.
9. Vorrichtung nach den Punkten 4 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Innenwand des Schäumkopfes (2) mit in Extrusionsrichtung zunehmenden Aussparungen und/oder Erhebungen versehen ist.
10. Vorrichtung nach den Punkten 4 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß der Querschnitt am Austritt des Schäumkopfes (2) mit dem Querschnitt des herzustellenden Profiles identisch ist.
11. Vorrichtung nach den Punkten 4 bis 10, gekennzeichnet dadurch, daß die Innenwand des Schäumkopfes (2) aus einem Material besteht, bzw. mit diesem beschichtet ist, das sehr gute Gleiteigenschaften aufweist, vorzugsweise einem Fluorkunststoff.
12. Vorrichtung nach den Punkten 4 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß der Schäumkopf (2) temperierbar ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

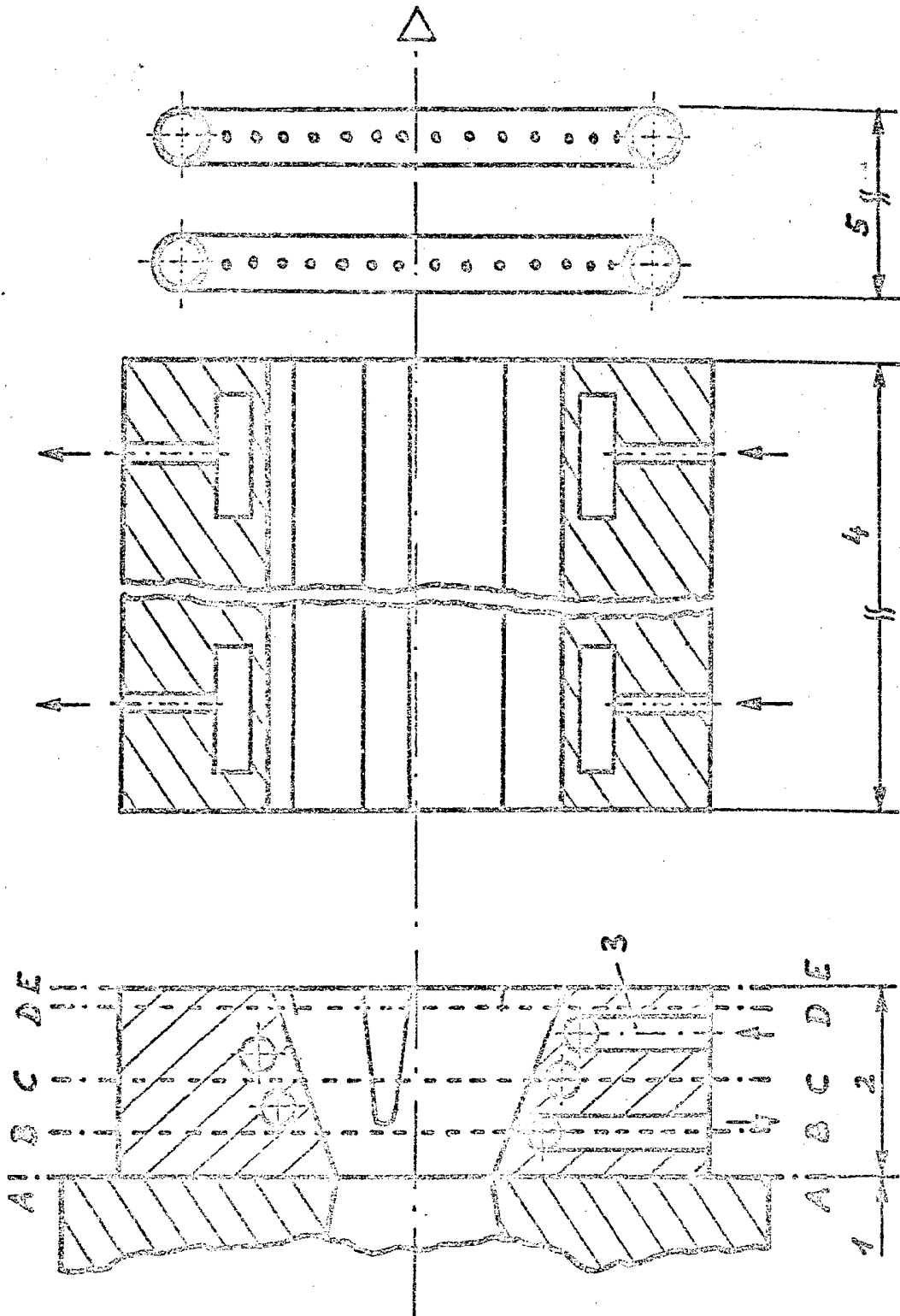
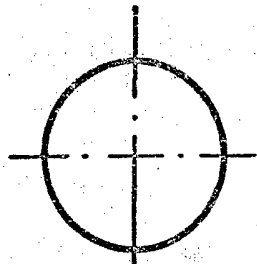
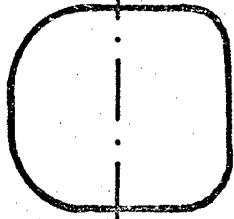


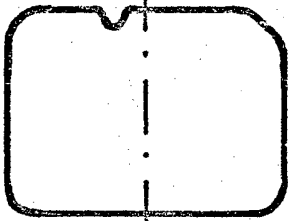
Fig. 1



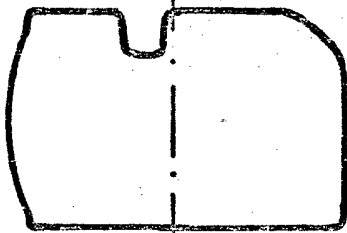
A-A



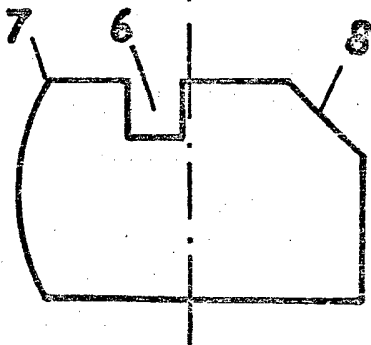
B-B



C-C



D-D



E-E

Fig. 2