

⑫

**FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :  
**10.09.86**

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup> : **B 21 D 7/06**

②① Numéro de dépôt : **83630075.6**

②② Date de dépôt : **29.04.83**

⑤④ **Procédé pour le cintrage de profilés en acier.**

③⑩ Priorité : **04.05.82 LU 84126**  
**23.07.82 LU 84289**

④③ Date de publication de la demande :  
**09.11.83 Bulletin 83/45**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :  
**10.09.86 Bulletin 86/37**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**DE FR GB**

⑤⑥ Documents cités :  
**DE-C- 920 703**  
**DE-U- 1 335 539**  
**US-A- 1 351 472**  
**US-A- 1 890 949**  
**US-A- 3 017 915**

⑦③ Titulaire : **ARBED S.A.**  
**Avenue de la Liberté 19**  
**L-2930 Luxembourg (LU)**

⑦② Inventeur : **Kremer, Jean-Henri**  
**37 rue Cité Henri Grey**  
**L-4577 Differdange (LU)**  
Inventeur : **Di Cato, François**  
**12 rue Edmond Zinnen**  
**L-4688 Differdange (LU)**  
Inventeur : **Hurt, Albert**  
**10 rue Prommenschenkel**  
**L-4649 Oberkorn (LU)**

⑦④ Mandataire : **Neyen, René**  
**Administration Centrale de l'Arbed Case postale 1802**  
**L-2930 Luxembourg (LU)**

**EP 0 093 685 B1**

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention concerne un procédé pour le cintrage de poutrelles en acier.

Il est connu depuis fort longtemps qu'il est avantageux de réaliser des poutrelles en acier qui présentent un cintrage, dans le but de compenser la flexion des poutrelles sous leur propre poids et celle des dalles en béton et d'augmenter leur force portante.

Il est également connu de réaliser des poutrelles dont l'âme présente une épaisseur inférieure à celle des ailes, ce qui permet d'éviter des constructions trop lourdes. Or, il n'est pas évident que l'on puisse cintrer des poutrelles à âme réduite en épaisseur, sans rencontrer certains problèmes de déformation de l'âme que l'on appelle flambage.

La méthode courante utilisée pour cintrer des poutrelles consiste à disposer la poutrelle de manière à ce que l'une des ailes touche deux butées fixes et espacées et à exercer sur l'autre aile, en un point situé au milieu entre lesdites butées, une pression suffisante pour aboutir à la contre-flèche désirée. Pour situer les grandeurs en jeu il faut souligner que les poutrelles utilisées actuellement dans la construction lourde, p.ex. de ponts, peuvent présenter des longueurs de l'ordre de 40 m, des épaisseurs d'aile de 30-35 mm et des épaisseurs d'âme de 15-20 mm. Les pressions exercées sur les ailes peuvent être de 400-500 t et les contre-flèches à réaliser peuvent atteindre les 200 mm.

On a dû constater qu'il est impossible de cintrer des poutrelles à âme réduite par rapport aux ailes, selon la méthode traditionnelle, sans déformer l'âme et on a pu se rendre compte que la déformation de l'âme a lieu dans la zone de l'âme qui atouche l'aile sur laquelle agit la pression directe. Ceci indique que l'âme n'est pas capable de transmettre l'effort exercé sur une aile à l'autre aile, sans qu'il y ait flambage, si bien qu'il existe un rapport minimum épaisseur d'âme/épaisseur d'aile qu'il faut respecter en vue de pouvoir réaliser des cintrages sans risque de flambage. On peut également formuler une contrainte dans ce sens qu'il existe une contreflèche maximum réalisable pour un rapport épaisseur d'âme/épaisseur d'aile donné, sans qu'il y ait risque de flambage de l'âme.

D'après le brevet US-A-1 890 949 il est connu d'appliquer les forces de déformation uniquement sur l'une des ailes d'un profilé à l'aide d'une presse plieuse. Un poinçon à plier, qui présente la courbure requise du profilé, attaque la face externe de l'aile alors que sur la face interne sont appliquées deux mâchoires présentant vis-à-vis du poinçon cette même courbure ; ces mâchoires serrent également l'âme pour limiter les risques de flambement.

Le but de l'invention était de proposer un procédé de cintrage qui élimine les problèmes décrits. Ce but est atteint par le procédé suivant l'invention tel que caractérisé dans les revendications.

En mettant en œuvre le procédé suivant l'invention, on constate que non seulement toute déformation de l'âme est évitée, mais qu'en plus l'opération de cintrage parvient à éliminer des déformations qui existaient avant celle-ci. Ainsi on se trouve en présence d'un procédé qui, à côté de conduire à l'effet escompté, amène en plus des avantages inattendus. En effet le procédé nouveau permet également de réduire considérablement le temps de travail réel vis-à-vis de la méthode traditionnelle, étant donné que le cintrage s'effectue d'une manière plus spontanée dans ce sens que les forces qui sont imparties au profilé sont reprises par celui-ci. Le cintrage prend forme rapidement, sans que l'on soit obligé à recourir aux précautions habituelles comme p. ex. un grand nombre de passes qu'il fallait effectuer en mettant en œuvre des forces relativement faibles, justement pour éviter le flambage.

Une illustration du nouveau procédé et de l'installation pour sa mise en œuvre est fournie par la voie des dessins schématisés où

—la figure 1 représente une vue en plan de la poutrelle en voie de cintrage suivant la méthode classique, tandis que

—la figure 2 montre la même poutrelle soumise à un cintrage effectué suivant la forme préférée du procédé selon l'invention ;

—la figure 3 montre une vue schématisée transversale d'une poutrelle soumise à un cintrage classique ;

—la figure 4 représente de manière non-limitative une coupe à travers une forme d'exécution possible de l'installation pour la mise en œuvre du procédé suivant l'invention, tandis que

—les figures 5 et 6 montrent la poutrelle des figures 1 resp. 2, en voie de cintrage suivant d'autres formes d'exécution possibles du procédé suivant l'invention.

En considérant les fig. 1 et 2 on se rend compte que l'idée qui est à la base de l'invention consiste à éliminer les efforts de compression qui sont exercés sur l'âme 3 selon la technique connue. Tandis que la force 30 exercée sur l'aile 1 doit se transmettre à l'aile 2 en sollicitant l'âme 3 en compression, il en est autrement lorsque la force 30 est appliquée à l'aile 2. Dans ce cas les forces à transmettre à travers l'âme sont des forces de traction qui non seulement ne déforment pas l'âme, mais réussissent même à redresser des déformations éventuelles, déjà existantes et qui étaient survenues lors du laminage.

Comme le montre la fig. 3, il existe dans l'âme d'une poutrelle soumise à un cintrage classique, une zone X qui est particulièrement sensible à la déformation. Cette zone qui est située à proximité immédiate de l'aile 1, se déforme lorsque l'épaisseur de l'âme n'est pas suffisante. Une fois amorcée, cette déformation s'accroît, étant donné que toute énergie supplémentaire introduite par la force 30 est absorbée dans la zone X.

Par contre, en procédant suivant l'invention, comme illustré en fig. 2 la force 30 est appliquée

à l'aile 2 qui s'appuie contre les butées 40, 41 et l'énergie est transmise à travers l'âme 3 vers l'aile 1 en tant que traction et on peut constater dans la pratique que cette traction arrive à redresser des déformations éventuellement présentes avant le cintrage.

La fig. 4 montre le schéma de l'installation suivant l'invention qui comprend notamment deux butées fixes 40, 41 qui sont espacées et deux butoirs 10, 11 servant à impartir la force 30 à l'aile 2. La force 30 est créée par une presse non représentée. Les butoirs 10, 11 sont appliqués sur l'aile 2 ; ils ont un profil tel que tout contact avec l'aile 1 est évité.

Les fig. 5 et 6 représentent des formes d'exécution possibles du procédé ; dans les 2 cas les forces créées dans l'âme 3 sont uniquement des forces de traction. En fig. 5 la pression 30 agit sur l'aile 1 qui délimite le rayon minimum du profilé cintré ; il en est de même pour la contre-pression 40, 41. En cas de mise en œuvre de cette forme d'exécution, il faut donc prévoir un dispositif qui présente deux butées 40, 41 dont chacune aura la forme des butoirs 10, 11 représentés en fig. 4. Il est bien entendu que ce dispositif sera plus compliqué que celui de la fig. 4.

Le mode d'exécution représenté en fig. 6 prévoit que l'on exerce la pression 30 sur l'aile 2, qui délimite le rayon maximum du profilé cintré et la contre-pression 40, 41 sur l'aile 1, qui délimite le rayon minimum du profilé cintré. Dans ce cas précis il faut donc prévoir un butoir et deux butées exécutés comme représenté en fig. 4. Il faut donc 3 ensembles 10, 11 suivant la fig. 4.

L'exemple spécifique décrit ci-après illustrera la mise en œuvre du procédé suivant l'invention et les avantages qui en découlent.

Cintrage d'une poutrelle à ailes parallèles, exécuté suivant la forme représentée en fig. 2.

longueur	30 m
largeur d'aile	45 cm
hauteur d'âme	93 cm
épaisseur d'aile	32 mm
épaisseur d'âme	18 mm

La contre-flèche à réaliser était de 175 mm. Il a suffi de 3 passes successives ; les points d'attaque étaient espacés d'environ 0,5 m. La force appliquée était de 450 t en chaque point. L'espacement entre les butées fixes était de 5 m. La pression exercée sur les plateaux de serrage était de 30 bars.

Il y a lieu de relever qu'il s'est avéré impossible d'effectuer le même travail suivant la méthode classique, étant donné que l'âme se déforma avant que la contre-flèche n'ait atteint les 50 mm, donc moins que le tiers de la valeur désirée, et ceci en dépit du fait que l'on avait poussé la pression de serrage de l'âme au-delà de 150 bars.

#### Revendications

1. Procédé de cintrage de poutrelles en acier

en vue de réaliser une contre-flèche donnée, qui prévoit la mise en œuvre d'une pression et d'une contre-pression qui agissent dans le sens parallèle à l'âme et transversal par rapport aux ailes, lequel procédé est caractérisé en ce qu'on exerce, à l'aide de butées fixes situées de part et d'autre de butoirs se déplaçant transversalement à la poutrelle, la pression et la contre-pression uniquement sur l'aile qui délimite le rayon maximum de la poutrelle et en ce qu'on laisse l'âme libre de tout serrage (Fig. 2).

2. Procédé de cintrage de poutrelles en acier en vue de réaliser une contre-flèche donnée, qui prévoit la mise en œuvre d'une pression et d'une contre-pression qui agissent dans le sens parallèle à l'âme et transversal par rapport aux ailes, lequel procédé est caractérisé en ce qu'on exerce, à l'aide de butées fixes situées de part et d'autre de butoirs se déplaçant transversalement à la poutrelle, la pression et la contre-pression uniquement sur l'aile qui délimite le rayon minimum de la poutrelle et en ce qu'on laisse l'âme libre de tout serrage (Fig. 5).

3. Procédé de cintrage de poutrelles en acier en vue de réaliser une contre-flèche donnée, qui prévoit la mise en œuvre d'une pression et d'une contre-pression qui agissent dans le sens parallèle à l'âme et transversal par rapport aux ailes, lequel procédé est caractérisé en ce qu'on exerce, à l'aide de butées fixes situées de part et d'autre de butoirs se déplaçant transversalement à la poutrelle, la pression sur l'aile qui délimite le rayon maximum de la poutrelle et la contre-pression sur l'aile qui délimite le rayon minimum de la poutrelle et en ce qu'on laisse l'âme libre de tout serrage (Fig. 6).

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise deux butées fixes espacées de 5 m.

#### Claims

1. Method of bending steel beams in order to obtain a camber, wherein a bending force and a reaction force, acting in a direction which is parallel to the web and transverse to the flanges are implemented, characterized in that by using fixed bearings located on both sides of mobile press heads moving transversally to the beam, the force and the reaction force are only applied to the flange which defines the outer radius of the beam and that the web is kept bare of any gripping force (Fig. 2).

2. Method of bending steel beams in order to obtain a camber, wherein a bending force and a reaction force, acting in a direction which is parallel to the web and transverse to the flanges are implemented, characterized in that by using fixed bearings located on both sides of mobile press heads moving transversally to the beam, the force and the reaction force are only applied to the flange which defines the inner radius of the beam and that the web is kept bare of any gripping force (Fig. 5).

3. Method of bending steel beams in order to obtain a camber, wherein a bending force and a reaction force, acting in a direction which is parallel to the web and transverse to the flanges are implemented, characterized in that, by using fixed bearings located on both sides of mobile press heads moving transversally to the beam, the force is applied on the flange which defines the outer radius of the beam and the reaction force on the flange which defines the inner radius of the beam and that the web is kept bare of any gripping force (Fig. 6).

4. Method according to claim 1, characterized in that there are used two fixed bearings spaced at a 5 m interval.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen von Stahl-Trägern im Hinblick auf die Erzeugung einer Wölbung, welches den Einsatz eines Druckes und eines Gegendruckes vorsieht, welche in eine Richtung wirken, die parallel zum Steg und quer zu den Flanschen liegt, dadurch gekennzeichnet, dass man mittels festen Gegenlagern welche beidseitig von quer zu dem Träger beweglichen Press-Köpfen angeordnet sind, den Druck und den Gegendruck lediglich auf den Flansch, welcher den maximalen Radius des Trägers umgrenzt, einwirken lässt und dass man den Steg von jeglichem Ein-

spannen frei lässt (Fig. 2).

2. Verfahren zum Biegen von Stahl-Trägern im Hinblick auf die Erzeugung einer Wölbung, welches den Einsatz eines Druckes und eines Gegendruckes vorsieht, welche in eine Richtung wirken, die parallel zum Steg und quer zu den Flanschen liegt, dadurch gekennzeichnet, dass man mittels festen Gegenlagern welche beidseitig von quer zu dem Träger beweglichen Press-Köpfen angeordnet sind, den Druck und den Gegendruck lediglich auf den Flansch, welcher den minimalen Radius des Trägers umgrenzt, einwirken lässt und dass man den Steg von jeglichem Einspannen frei lässt (Fig. 5).

3. Verfahren zum Biegen von Stahl-Trägern im Hinblick auf die Erzeugung einer Wölbung, welches den Einsatz eines Druckes und eines Gegendruckes vorsieht, welche in eine Richtung wirken, die parallel zum Steg und quer zu den Flanschen liegt, dadurch gekennzeichnet, dass man mittels festen Gegenlagern welche beidseitig von quer zu dem Träger beweglichen Press-Köpfen angeordnet sind, den Druck auf den Flansch welcher den maximalen Radius des Trägers und den Gegendruck auf den Flansch welcher den minimalen Radius des Trägers umgrenzt, einwirken lässt und dass man den Steg von jeglichem Einspannen frei lässt (Fig. 6).

4. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei feste Gegenlager, welche 5 m von einander entfernt sind, verwendet werden.

35

40

45

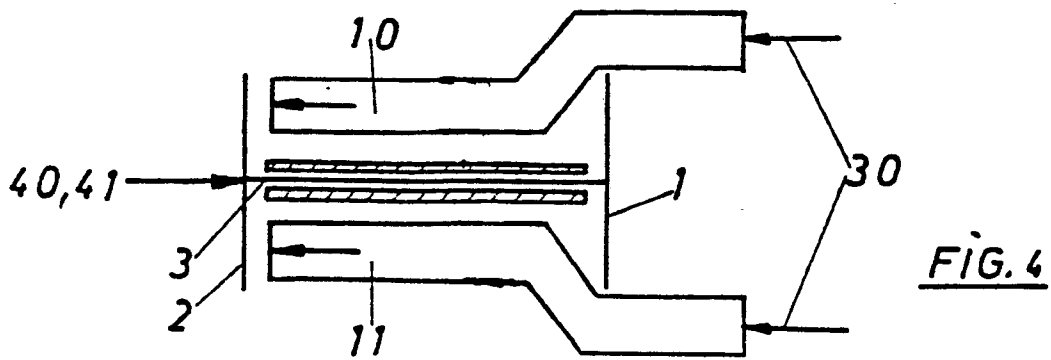
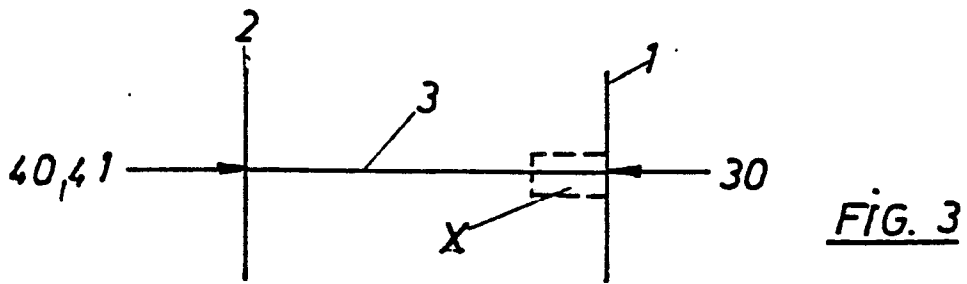
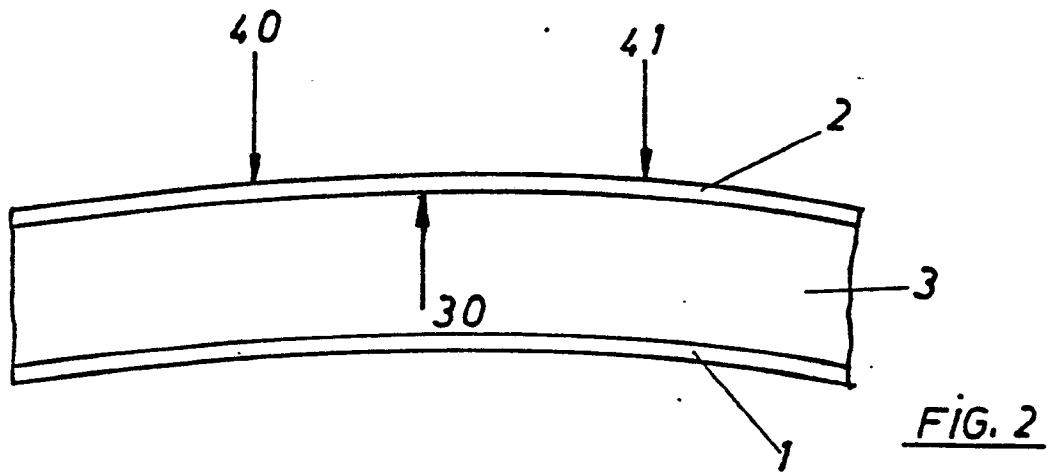
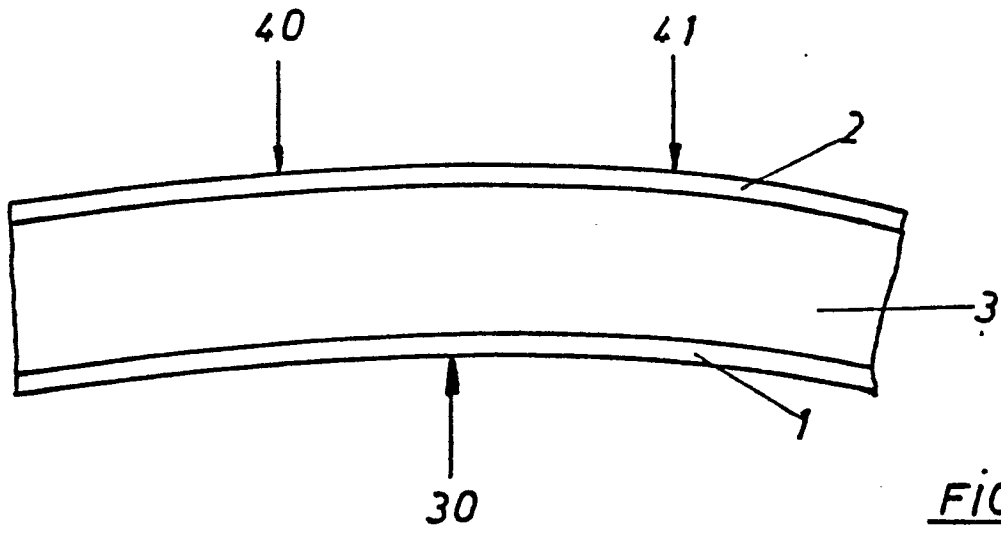
50

55

60

65

4



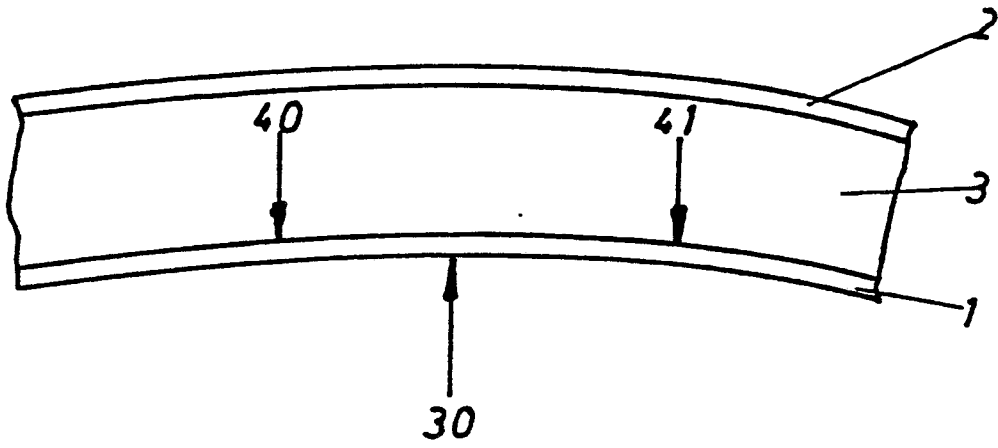


FIG. 5

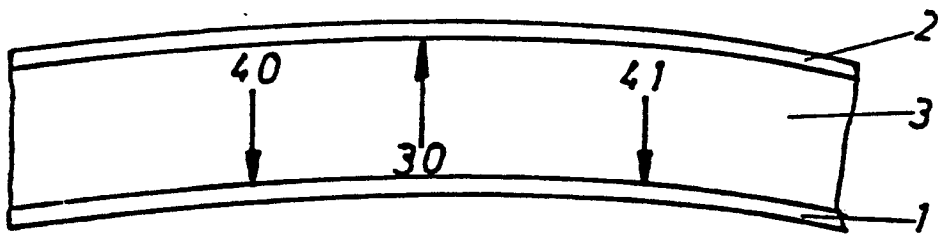


FIG. 6