

und Spindel der jeweiligen Blechstärke entsprechend eingestellt, während die vordere Walze fest gelagert und zum leichten Entfernen geschlossen gebogener Rohre und Kesselschüsse nach oben aushebbar ist. Der Hauptantrieb der Maschine erfolgt durch mehrfaches Räder-vorgelege und dreifache Riemenscheibe mit Riemenführer zum Vor- und Rückgang der Walzen durch offenen und gekreuzten Riemen.

Die Bauart einer hydraulischen, vertikalen Blechbiegemaschine ist aus Fig. 463 ersichtlich. Das Biegen wird hier in der Weise vorgenommen, daß ein innerer, beweglicher Preßbalken gegen einen zweiten feststehenden Balken — in Fig. 463 links erkennbar — geschoben

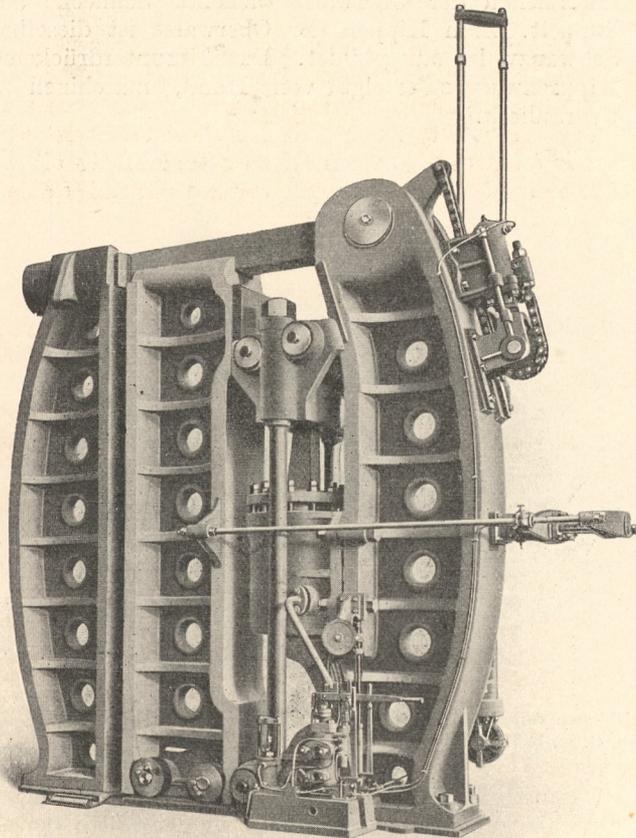


Fig. 463. Hydraulische, vertikale Blechbiegemaschine zum Kaltbiegen von Tafeln bis 4500 mm Breite und 45 mm Dicke. Ausführung: Haniel & Lueg, Düsseldorf.

wird, wobei die einander zugekehrten Flächen der Preßbalken konvex bzw. konkav gewölbt sind, so daß die zwischen beide eingeführte Blechtafel eine entsprechende Biegung erhält. Der Hub des inneren Preßbalkens kann beliebig geregelt und somit jede gewünschte Biegung des Bleches erzielt werden. Die Kontrolle über die richtige Biegung erfolgt mittels Schablone, die von innen gegen die Platte gehalten wird.

Der Vorschub der Blechtafel ist ebenfalls regelbar und erfolgt selbsttätig durch einen hydraulischen Seilflaschenzug während des Rückganges des inneren Preßbalkens. Um das Blech eventuell schnell auf größere Längen vor- oder zurückholen zu können, ist noch eine besondere Handsteuerung vorgesehen.

Der linksseitige äußere Preßbalken und der rechtsseitige Ständer sind unten durch das massive Fußstück und oben durch einen Kopfbalken miteinander verbunden. Letzterer kann aufgeklappt werden, um den fertigen Mantelschuß nach oben aus der Maschine

entfernen zu können. Reicht hierfür die Gebäudehöhe nicht aus, so wird die Maschine auch wohl so ausgeführt, daß der linksseitige feste Preßbalken von dem Fußstück gelöst und in einen Schacht versenkt werden kann.

6. Das Schweißen.

A. Das Material für Blechschweißungen.

Im Kesselbau wird zurzeit fast ausschließlich nur noch Flußeisen zu Schweißarbeiten verwendet, welches bei passender Zusammensetzung dem früher verwendeten Schweißisen vollkommen gleichwertig ist. Gefordert wird von dem Flußeisen, daß es weich ist, d. h. seine Festigkeit soll 34 bis 40 kg auf 1 qmm nicht überschreiten. Der Kohlenstoffgehalt des Eisens beträgt dabei etwa 0,1 bis 0,2 v. H. und der Gehalt an Phosphor zweckmäßig nicht mehr als 0,03 bis 0,04 v. H. Zu geringer Mangangehalt einerseits und zu hoher Schwefel- und Kupfergehalt andererseits machen das Eisen rotbrüchig und sind daher ebenfalls zu vermeiden.

Das Richten geschweißter Nähte ist tunlichst hydraulisch oder in der Biegewalze zu bewirken. Örtliche Bearbeitung bzw. scharfe Schläge auf eine erkaltete Naht führen, besonders in der Blauwärme (bei etwa 250 bis 450° C), leicht Risse herbei.

Im allgemeinen ist das Schweißen von Nähten, welche in stärkerem Maße auf Zug oder Biegung oder auf Zug und Biegung beansprucht werden, zu vermeiden. Dommäntel und Verbindungsstutzen, überhaupt solche Kesselteile, welche geflanscht werden müssen, schweißt man in der Regel schon wegen der leichteren Herstellung der Kremen. Damit letztere am äußeren Rande zum Verstemmen ausreichend stark genug bleiben, ist es dann meist erforderlich, daß die Blechstärken solcher Kesselteile dicker gewählt werden, als es die Rechnung ergibt, weshalb selbst bei einer weniger zuverlässigen Schweißung, die gleichwohl vermieden werden sollte, hierbei so leicht keine Schäden zu befürchten sind.

Den gesetzlichen Bestimmungen (Bauvorschr. II., 6 und 7) entsprechend soll, wenn irgend möglich, jedes geschweißte Stück vor seiner Verwendung gut ausgeglüht werden. Es ist deshalb, bevor man sich zum Schweißen eines Kesselteils entschließt, zu prüfen, ob dieser gesetzlichen Vorschrift mit den vorhandenen Einrichtungen auch entsprochen werden kann.

B. Die Arten der Schweißnähte.

In bezug auf die Art des Zusammenfügens der zu schweißenden Teile unterscheidet man zwischen der Stumpfschweißung, überlappten Schweißung und Keilschweißung.

a) Die Stumpfschweißung

findet ausgedehnte Anwendung bei der Herstellung von Gasröhren und bei Gefäßen mit geringem inneren Druck. Sie sollte im Kesselbau möglichst vermieden werden. Wo sie nicht zu umgehen ist, z. B. bei dem Schweißen von Wasserkammern und anderen engen, im Innern unzugänglichen Hohlkörpern, sollten die Schweißnähte ringherum durch Stehbolzen, Fig. 54, gesichert werden. Bei der Stumpfschweißung ist zwecks guter Durchführung der Schweißung jede Stelle zweimal auf Schweißhitze zu erwärmen. Dasjenige Blech, welches beim Zusammenhämmern der Naht den Hammerschlägen als

Widerlage dient, wird entsprechend zusammengestaucht und ist daher um etwa 10 bis 20 mm größer zu stellen.

b) Die überlappte Schweißung

wird bei der Herstellung von geschweißten Kesselmänteln mit innerem oder äußerem Druck ausschließlich angewendet. Auch beim Einschweißen von Böden in Dörmäntel und Wasserstands- oder Fahrlochhüten sollte nur überlappt geschweißt werden, indem ein Boden mit Rand zur Verwendung gelangt.

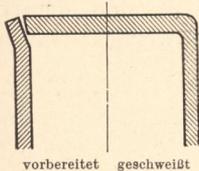


Fig. 464.
Stumpfschweißung.

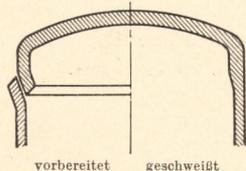


Fig. 465.
Überlappte Schweißung.

Beim Schweißen von Blechen über 7 mm Stärke ist es ratsam, vorher die Blechkanten abzuschrägen, um ein Überschmieden zu vermeiden. Je nach der Blechstärke sind 30 bis 35 mm (das $2\frac{1}{2}$ bis 2fache der Blechdicke) bei der Bestellung zuzugeben und Bleche über 17 bis 18 mm zweimal zu erhitzen bzw. zu hämmern.

c) Die Keilschweißung,

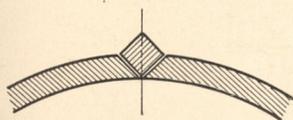


Fig. 466. Keilschweißung.

Die verbreitetsten

Fig. 466, kommt bei größeren Blechdicken zur Anwendung, da hierbei nur die einfache Blechdicke auf Schweißhitze zu bringen ist, was für jede Stelle zweimal zu geschehen pflegt.

C. Methoden zur Herstellung einer Schweißung

sind: Feuerschweißung (Koksfeuer), Wassergasschweißung, elektrische Schweißung, Schweißung mittels Thermit, autogene Schweißung.

a) Die Feuerschweißung

ist das älteste Verfahren, ein Material auf Schweißhitze zu erwärmen. Man bedient sich hierzu des allgemein bekannten Schmiedefeuers bei Verwendung einer möglichst schwefel- und schlackenreinen Koksart in gleichmäßiger Stückgröße. Da die Erhitzung der zu schweißenden Bleche im Koksfeuer nur von einer Seite erfolgen kann, eignet sich die Feuerschweißung bei überlappt zu schweißenden Nähten nur für Blechdicken bis etwa 30 bis 40 mm, während bei stärkeren Blechen die Keilschweißung angewendet werden muß. Hingegen wird die Stumpfschweißung, z. B. von Wasserkammern, fast ausschließlich im Koksfeuer vorgenommen, weil bei diesen Gegenständen doch die gleichzeitige Erwärmung des Materials von innen nicht möglich ist.

Die dem Feuer abgekehrte Seite der Schweißstelle wird zur Vermeidung der Oxydation und der Bildung von Hammerschlag während der Erhitzung mit einem Flußmittel (Schweißpulver) bestreut.

Behufs schnelleren Zuhämmerns der Schweißnaht empfiehlt sich sehr die Aufstellung eines Dampf- oder Lufthammers, ähnlich Fig. 467, oder eines hydraulischen

Schweißapparates, sowie die gleichzeitige Anordnung von hand- oder bei schweren Stücken mechanisch bewegter Vorrichtungen, um den zu schweißenden Gegenstand leicht abwechselnd von dem Feuer in die richtige Lage auf den Amboß zu bringen.

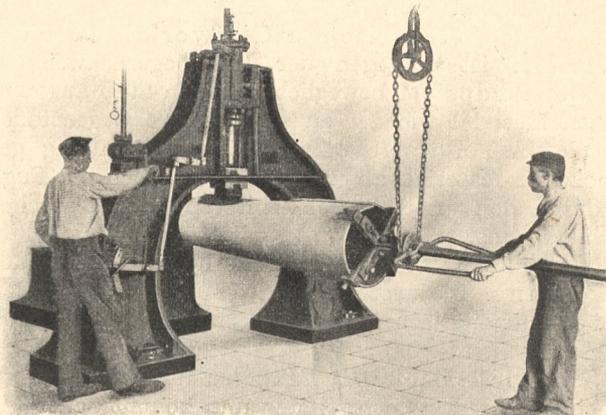


Fig. 467. Schweißhammer.

b) Die Wassergasschweißung

wird hauptsächlich in solchen Betrieben angewendet, wo ständig geschweißt wird, wo sich also die Kosten für die Einrichtung der Wassergasanlage auch bezahlt machen. Über die Erzeugung von Wassergas ist auf S. 16 berichtet. Das Gas wird, ebenso wie die erforderliche Luft, unter Druck den Brennern, die zu beiden Seiten der zu schweißenden Naht liegen, zugeführt.

Diese beiderseitige Erhitzung der zu schweißenden Naht bildet einen wesentlichen Vorzug der Wassergasschweißung und macht dieselbe daher besonders für überlappte Schweißung geeignet. Nach Diegel¹⁾ können mit Wassergas, allerdings unter Anwendung von Krafthämmern, überlappte Nähte noch bis 80 mm Blechstärke geschweißt werden, während darüber bei Blechen bis 100 mm Stärke die Keilschweißung angewendet wird. Bei Blechstärken unter 4 bis 6 mm ist die Wassergasschweißung nicht anwendbar, da die Temperatur der Stichflamme zwischen den Brennern etwa 1600 bis 1800° C beträgt, und somit dünnere Bleche bei der Erhitzung einem zu großen Abbrand ausgesetzt sein würden. Diegel fand bei seinen zahlreichen Zerreißversuchen überlappt und mittels Wassergas geschweißter Nähte Festigkeiten von 90 bis 100 v. H. des ursprünglichen Bleches. Er schlägt daher vor, bis 80 v. H. bei der Berechnung zuzulassen, während die gesetzlichen Bestimmungen (Bauvorschr. f. Ldk. II., 3.) nur 70 v. H., allerdings auch bei Feuerschweißung, gestatten.

c) Das elektrische Schweißverfahren

wird bei der Herstellung von Dampfkesseln wohl kaum angewendet, dagegen werden Risse und sonstige Schäden in Betrieb gewesener Kessel häufiger durch die elektrische Schweißung beseitigt.

Nach C. Diegel unterscheidet man folgende elektrische Schweißverfahren:

1. Die Lichtbogenschweißung. Hierbei wird entweder — Verfahren von Bernardos — das Schweißstück an den einen Pol einer Dynamo angeschlossen, während ein Kohlenstab mit dem anderen Pol verbunden

¹⁾ C. Diegel, Schweißen und Hartlöten. Verlag Leonh. Simion Nachf., Berlin.

und in geringer Entfernung über die zu schweißende Stelle hinweggeführt wird, sie dadurch erhitzend; oder es werden beide Pole an in spitzem Winkel zueinander stehende Kohlenstifte angeschlossen — Verfahren von Dr. Zerener — wobei der gebildete Lichtbogen durch einen Magneten derart abgelenkt wird, daß er in Form einer Stichflamme auftritt.

2. Bei dem elektrischen Gießverfahren nach Slavianoff ist entgegen der Lichtbogenschweißung nach Bernardos der bewegliche Pol ein Stab aus dem gleichen Material wie der zu schweißende Gegenstand. Von diesem Pol tropft während der Schweißung geschmolzenes Material ab und füllt allmählich die Fuge des durch den anderen Pol erhitzten Schweißstückes vollständig aus.

3. Die Thomsonsche elektrische Widerstandsschweißung. Die zu schweißenden Metallstücke werden dabei zusammengelegt und in der Verbindungsstelle durch den elektrischen Strom auf Weißglut erhitzt.

4. Die elektrische Punktschweißung ist ebenfalls eine Widerstandsschweißung und kommt daher wie diese für den Dampfkesselbau nicht in Betracht.

d) Das Thermit-Schweißverfahren von Goldschmidt

hat u. a. weitere Verbreitung zum Aneinanderschweißen von Überhitzerschlangen und Rohrleitungsenden gefunden. Die Schweißglut wird hierbei erzielt durch flüssiges, überhitztes Eisen, das aus einem Tiegel um die aufeinandergepreßten und zu schweißenden Rohrenden gegossen wird.

Bei der

e) autogenen Schweißung

wird zwischen zwei Arten unterschieden, der Wasserstoff-Sauerstoffschweißung und der Acetylen-Sauerstoffschweißung.

Im ersteren Falle werden auf 1 Raumteil Sauerstoff etwa 4 Raumteile Wasserstoff und im zweiten Falle auf 1 Raumteil Sauerstoff etwa 0,6 Raumteile Acetylen in einem Brenner unter Druck der Flamme zugeführt. Die Temperatur der Flamme beträgt nach Wiss 1900°C bei dem ersten und 2340°C bei dem zweiten Verfahren.

Die autogene Schweißung ist ein Gießverfahren, da hierbei die Verbindung der Metallteile — bei dickeren Blechen am besten nach vorherigem Erglühen der Schweißenden — durch einzuschmelzendes Material bewirkt wird. Bei stärkeren Blechen ist es ferner zweckmäßig, die Enden abzuschrägen und, wenn zugänglich, von beiden Seiten zu schweißen. Sodann sollte die Naht, solange das eingeschmolzene Material noch weißglühend ist, bis zum Erkalten auf Rotwärme gehämmert werden. Das weitere Hämmern bis auf Blauwärme ist, wie vorhin schon erwähnt, streng zu meiden, da bei diesen Temperaturen in Flußeisenblechen sehr leicht Risse entstehen können.

C. Diegel und H. Rinne¹⁾ beschreiben das autogene Schweißverfahren ausführlich und erläutern zahlreiche Zerreißproben autogen geschweißter Stäbe. Die Festigkeit der Schweißnaht ist dabei leicht höher als die des ursprünglichen Bleches zu erlangen, da das eingeschmolzene Material beliebig dick aufgetragen werden kann. Letzteres, sowie die leichte Transportmöglichkeit der Schweißeinrichtung und deren Billigkeit und Handlichkeit sind besondere Vorzüge des autogenen Schweiß-

verfahrens. Dasselbe wird daher auch vielfach für Kesselreparaturen angewendet¹⁾.

7. Das Börteln

geschweißter Flammrohrschüsse geschieht zweckmäßig auf besonderen Maschinen, ähnlich wie Fig. 468, da hierbei die vollständige Flanschung des betreffenden Kesselteiles in einer Hitze ohne Anwendung eines Hammers erfolgen kann. Damit die Blechränder an den Börtelungen nicht zu dünn ausfallen und noch genügend Widerstand beim Verstemmen bieten, sind derartige Flammrohrschüsse aus Blechen von wenigstens 9 mm Stärke zu fertigen.

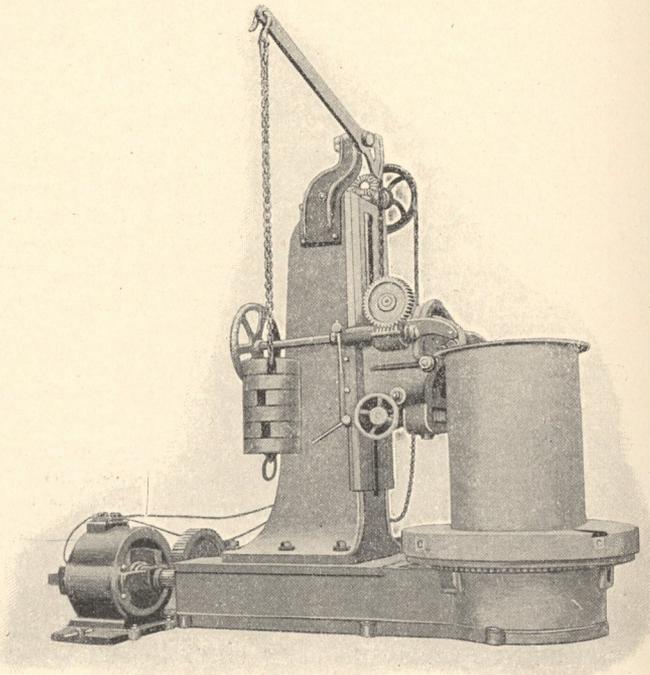


Fig. 468. Börtelmaschine für Flammrohrschüsse.
Ausführung: Otto Froriep, G. m. b. H., Rheydt.

8. Zusammenbau.

Nachdem alle Mantelschüsse fertig gebogen sind, erfolgt deren vorläufiger Zusammenbau und das Einpassen der Böden, wobei besonders darauf zu achten ist, daß die Bleche möglichst wenig mit dem Hammer bearbeitet bzw. angerichtet werden dürfen. Das warme Anrichten dagegen ist strikte zu vermeiden, da durch die örtliche Erhitzung der Bleche schädliche Materialspannungen entstehen, die außer durch ein vollständiges Ausglühen des ganzen Schusses nicht wieder beseitigt werden können. Der vorläufige Zusammenbau, besonders auch das Anrichten der

¹⁾ Jäger sagt in seiner Erläuterung zu den Bestimmungen über Anlegung und Betrieb der Dampfkessel (S. 144), über Kesselreparaturen mittels autogener Schweißung folgendes: Wesentlich ist bei autogener Schweißung die Nachbehandlung der Schweißstelle und ihrer Umgebung durch mehrfaches Ausglühen und leichtes Abhämmern, wo letzteres ausführbar ist. Die Erkaltung der ausgeglühten Stellen muß tunlichst langsam und unter Luftabschluß durch Bedeckung mit Asbestmatten erfolgen. Dringend wird vom Verfasser empfohlen, nach Vollendung dieser Nachbehandlung zur Beseitigung der in der Blauzone trotzdem bestehenden bleibenden Spannungen den Kessel bei offenen Sicherheitsventilen einige Stunden zu heizen und abkühlen zu lassen, bevor an die Prüfung der Schweißstellen durch Abhämmern unter Druck herangegangen wird.

¹⁾ Zeitschr. f. Stahl und Eisen 1909, S. 1814; 1910, S. 161.