قوالب المنتجات الخرسانية عالية الدقة

SL-Moulds

دليل هندسي وتجاري عالمي للقوالب والتوزيع

SL Machinery بالتعاون مع SWING / SWA Trade

ملف هندسي وحلول للقوالب البديلة

لماكينات البلوك الخرساني شبه الجاف حول العالم

الإعداد الفني: قسم هندسة القوالب ومركز الدعم الفني العالمي، شركة Quanzhou Sanlian Machinery Manufacture Co., Ltd. (SL-Machinery / SL-Moulds)

مجمع التصنيع: قاعدة Binjiang الصناعية للمعدات الميكانيكية، Xiamei، Nan'an، Quanzhou، مقاطعة Fujian، الصين

المواقع الرسمية: www.sl-machine.com | www.slmoulds.com

التخصص: قوالب بديلة لمعدات المصنع الأصلي OEM بمتانة عالية ودقة فائقة، وقوالب حسب الطلب للماكينات الألمانية (MASA وHESS و(ZENITH، والأمريكية (Columbia و(Besser، وماكينات البلوك الخرساني شبه الجاف حول العالم.

الفصل 1 قوالب SL Moulds ومقارنتها بالقوالب الأوروبية

يُعرف القالب في تصنيع الخرسانة شبه الجافة بأنه «أم المنتج». فمقاومته للتآكل، وصلابته الإنشائية أثناء الحركة، وثبات سماحيات الأبعاد تحدد مقاومة ضغط البلوك وحدّة حوافه وكثافة سطحه والزمن الكلي لدورة خط الإنتاج.

ويواجه مصنعو وحدات المباني الخرسانية حول العالم عائقين:

1. تكلفة القوالب الأوروبية الأصلية OEM: يتطلب شراء القوالب البديلة من موردين أوروبيين مثل KOBRA استثمارًا رأسماليًا كبيرًا (CAPEX)، غالبًا ما يتجاوز عشرات آلاف اليورو للطقم.

2. طول مدة التوريد: يستغرق توريد القوالب الأوروبية الأصلية من 3 إلى 6 أشهر، من القياس الميداني إلى التسليم النهائي، مما يؤخر تشغيل المشروعات والاستجابة للسوق.

تأسس مصنع SL عام 1993، ولديه أكثر من 30 عامًا من الخبرة المتخصصة في تصنيع قوالب المنتجات الخرسانية. تضم مكتبته أكثر من 400 تصميم قالب مجرّب، وينتج أكثر من 1,000 طقم دقيق سنويًا لأكثر من 8,000 عميل حول العالم. وتدعمه فروع إقليمية في أوكرانيا وفيتنام وروسيا والبرازيل والهند.

يستخدم المصنع مراكز تشغيل CNC جسرية بـ5 محاور، وقطعًا بالسلك بالتفريغ الكهربائي ذي التغذية البطيئة، وكربنة ونتردة فراغية منضبطة متعددة المراحل. وتحقق قوالب SL-Moulds توافقًا ميكانيكيًا بنسبة 100% مع الماكينات الأوروبية والأمريكية، وصلادة سطحية 60–64 HRC، وعمق طبقة مقساة فعال 1.2–1.5 mm. وتخفض تكلفة الشراء الرأسمالية بنسبة 40%–50%، مع تقليص التوريد القياسي إلى خلال 20 يومًا.

مقارنة الخصائص مع القوالب الأوروبية

القوالب الأوروبية من الفئة 1، مثل KOBRA: صلادة السطح 60–62 HRC؛ عمق الطبقة المقساة 1.0–1.2 mm؛ الخلوص من جانب واحد 0.5–0.7 mm؛ مدة التوريد 12–20 أسبوعًا؛ مؤشر التكلفة 100% كأساس للمقارنة.

قوالب SL-Moulds الدقيقة: صلادة السطح 60–64 HRC؛ عمق الطبقة المقساة 1.2–1.5 mm؛ الخلوص من جانب واحد 0.4–0.6 mm؛ مدة التوريد 3–4 أسابيع؛ مؤشر التكلفة 50%–60% من الأساس المرجعي.

الفصل 2 مواد القالب وقوة المعدن الأساسي

تعمل القوالب تحت اهتزاز مؤازر عالي التردد (4,500–5,000 rpm) وضغط هيدروليكي رأسي ساكن يتجاوز عدة مئات من الكيلونيوتن. لذلك تتعرض للاحتكاك بعجينة كاشطة، وقوى قص متناوبة، وإجهادات متكررة ناتجة عن الحركة.

يتجنب مصنع SL الفولاذ الكربوني العادي، مثل Q235 أو فولاذ #45، ويختار لكل مكوّن فولاذ أدوات سبائكيًا يناسب وظيفته:

المواد المستخدمة في مكونات قوالب SL-Moulds

أحذية الكبس وأسطح التلامس: Hardox 500 / سبيكة 20CrMnTi؛ لمقاومة التقشر والتآكل؛ بصلادة 62–64 HRC.

بطانات التجاويف والفواصل: فولاذ أدوات سبائكي 20CrMnTi؛ للحفاظ على طبقة نتردة عميقة وتجويف مصقول؛ بصلادة 60–62 HRC.

الإطار الخارجي وكمرة الفلنجة: Q355B / فولاذ 65Mn عالي المنغنيز؛ لتحمل إجهادات الحركة المتكررة وتوفير مطيلية اللحام؛ مع قلب متين.

الخواص الميكانيكية لفولاذ القوالب

مكوّن القالب	درجة المادة الموصى بها	مقاومة الخضوع Re (MPa)	مقاومة الشد Rm (MPa)	المزايا الهندسية والدور التشغيلي
أحذية الكبس	20CrMnTi / Hardox 500	≥850	≥1100	تمتص أحمال صدمات الضغط المرتفعة، وتكبس الركام الخشن مباشرة دون انبعاج سطحي.
بطانات التجاويف	20CrMnTi / فولاذ أدوات خاص	≥800	≥1050	تقاوم نحر عجينة الركام السائلة؛ ويمنع التجويف المصقول كالمرآة السحب الاحتكاكي والتخديش الالتصاقي للسطح.
قلبات التشكيل والجسور الداخلية	فولاذ زنبركي 65Mn عالي مقاومة الشد	≥780	≥980	يقاوم قوى القص الديناميكية الجانبية ويوفر استرجاعًا مرنًا مرتفعًا تحت الاهتزاز الدوري المستمر.
الإطار الخارجي للقالب	فولاذ سبائكي إنشائي (Q355B / فولاذ Mn)	≥355	≥510	يمتص طاقة إثارة الهيكل، فيمنع تشقق الإطار ويحمي طاولات تثبيت الماكينة.

الفصل 3 التصنيع في 9 مراحل ودقة تشغيل CNC

ينفذ مصنع SL التصنيع الدقيق في 9 مراحل مترابطة ضمن دورة تحكم مغلقة. ويستخدم محاكاة الحركة بتقنية CAD/CAM والقياس الإحداثي (CMM) للتحقق خلال الإنتاج:

الخطوة 1: محاكاة الحركة ثلاثية الأبعاد 3D بتقنية CAD/CAM.

الخطوة 2: القطع بالليزر وفحص جودة العينات.

الخطوة 3: التشغيل الخشن والتفريز باستخدام CNC جسري.

الخطوة 4: الكربنة والنتردة الفراغية المنضبطة.

الخطوة 5: اللحام الروبوتي وإزالة الإجهادات.

الخطوة 6: التفريز النهائي CNC لأسطح التركيب المرجعية.

الخطوة 7: التحقق الإحداثي الكامل باستخدام CMM.

الخطوة 8: اختبار ديناميكي داخل المصنع بحمل إثبات.

الخطوة 9: إزالة الرايش، ووضع زيت مقاوم للصدأ، والتغليف.

معايير التشغيل وضبط سماحيات الأبعاد

مراكز التشغيل الجسرية عالية الصلابة: تشغّل بالتفريز إطارات القوالب وفلنجات التركيب وحوامل التوجيه في تثبيت واحد. وهذا يمنع تراكم السماحيات ويحافظ على استواء السطح المرجعي ضمن ≤0.05 mm.

تفريز CNC عالي السرعة: يشكّل رؤوس الكبس والقلبات الداخلية بمسارات أداة مستمرة بـ5 محاور، ويشغّل شطفات الحواف وأنصاف أقطار الأركان (R5 / R10 / R15) دون آثار لأداة القطع.

القطع بالسلك بالتفريغ الكهربائي ذي التغذية البطيئة: يشكّل الإنترلوك المعقد وألسنة بلوك الحوائط الساندة وجسور القلبات متعددة التجاويف بدقة ±0.02 mm.

الخلوص الديناميكي من جانب واحد:

- البلوك المفرغ القياسي CMU: من 0.5–0.7 mm.
- الإنترلوك المعماري بطبقة وجه: من 0.35–0.5 mm.
- تمنع هذه الخلوصات تسرب العجينة الناعمة وتكوّن الزوائد والرايش على الحواف، وتمنع انحشار أحذية الكبس بجدران التجاويف أثناء هبوط الماكينة.

الفصل 4 المعالجة الحرارية وصلادة القوالب

تعتمد القوالب الاقتصادية التقليدية على التقسية السطحية بالحث متوسط التردد. وتنتج عنها طبقة مقساة رقيقة وهشة (0.2–0.3 mm)، معرضة للتقشر والشروخ الدقيقة والتلف المبكر خلال 20,000 إلى 30,000 دورة.

يعالج مصنع SL جميع أسطح التشغيل الفعالة في القالب حراريًا على مراحل:

الصلادة وعمق الطبقة المقساة

السطح الخارجي (60–64 HRC): طبقة مركبات مقاومة للتآكل.

الطبقة المتدرجة (45–60 HRC): تمتد إلى عمق 1.5 mm.

القلب المتين (30–35 HRC): قاعدة تمتص الصدمات.

المرحلة 1 - الكربنة العميقة المنضبطة: تتم في أفران ذات جو محكم. تدخل أيونات الكربون النشطة إلى بنية الفولاذ لتكوين طبقة انتقال مقساة فعالة بعمق 1.2–1.5 mm.

المرحلة 2 - التقسية المرحلية والمراجعة الحرارية عالية الحرارة: تنعّم الحبيبات الأوستنيتية وتحولها إلى مارتنسيت دقيق التبلور مع كربيدات موزعة. وتزيل الإجهادات الحرارية الداخلية وتزيد متانة القلب ضد الصدمات.

المرحلة 3 - الكربنة والنتردة / النتردة الفراغية النبضية متعددة العناصر: تدخل أوساط نيتروجين وكربون نشطة تحت التفريغ لتكوين طبقة بيضاء فائقة الكثافة من كربونيتريدات الطور ε، بسماكة 15–25 µm على أسطح التشغيل.

- تصل الصلادة السطحية المتحقق منها إلى 60–64 HRC.
- ينخفض معامل الاحتكاك بنسبة 35%. وتوفر الطبقة خواص فصل ذاتية التزييت تمنع التخديش من البازلت المكسر ورمل السيليكا الكاشط وركام الخرسانة المعاد تدويره (RCA).
- يمتد العمر الإنتاجي إلى 100,000–150,000 دورة.

الفصل 5 التوافق مع الماكينات والتركيب المباشر

لدى مصنع SL قواعد بيانات لوصلات التركيب في ماكينات البلوك العالمية، لضمان التوافق والتركيب المباشر دون تعديل هيكل الماكينة:

الماكينات المشمولة بقاعدة بيانات SL-Moulds

MASA (ألمانيا): R 9001 VB | XL 9.1 / 9.2 | Record 9004.

HESS (ألمانيا): Multimat RH 1500-3 | RH 2000-4.

ZENITH (ألمانيا): Zenith 844 | Zenith 1500 | ماكينة متحركة لتشكيل البلوك على الأرض.

علامات أمريكية: Columbia Model 16/22 | Besser V3-12.

مواصفات وصلات تركيب الماكينات

عائلة موديلات الماكينة	أبعاد الإطار الخارجي للقالب	واجهة التثبيت والفلنجة	تعليق رأس الكبس وتصميم منع التناثر	مقاسات الباليتات الملائمة
MASA R 9001 VB / XL 9.1	1450 × 1150 mm (حسب الطلب)	فتحات خطافات هيدروليكية قياسية؛ تطابق توزيع ثقوب التركيب المصنعية	حوامل تعليق معززة بوسائد هوائية مع تخميد عائم	1400 × 1100 mm فولاذ / مركّب
HESS RH 1500-3 / 2000	إطار قياسي 1500 × 1200 mm	مقاسات ملائمة لكتل التثبيت الهوائي وأحذية التوجيه الجانبي في HESS	محددات توجيه رأس كبس عائم ومصدات مرنة	1400 × 950 mm فولاذ / مركّب
ZENITH 1500-4 / 940	قطاع مدمج لإطار الاهتزاز	مقاسات ملائمة لعروات التثبيت السريع اللامركزية وبنزات تحديد الموضع	قواعد متعددة النوابض لعزل الاهتزاز عالي التردد	باليتة مخصصة 1400 × 1100 mm
SLST2000 / سلسلة QFT	1200 × 900 mm إلى 1580 mm	فتحات تغيير سريع هيدروليكي (تبديل خلال 15 دقيقة)	نظام قفل بقضبان ربط مسبقة الإجهاد وعالية مقاومة الشد	1220 × 900 mm إلى 1400 mm

الفصل 6 أنواع القوالب والمنتجات المعمارية

1 قوالب الإنترلوك والبلوك المنفذ للماء

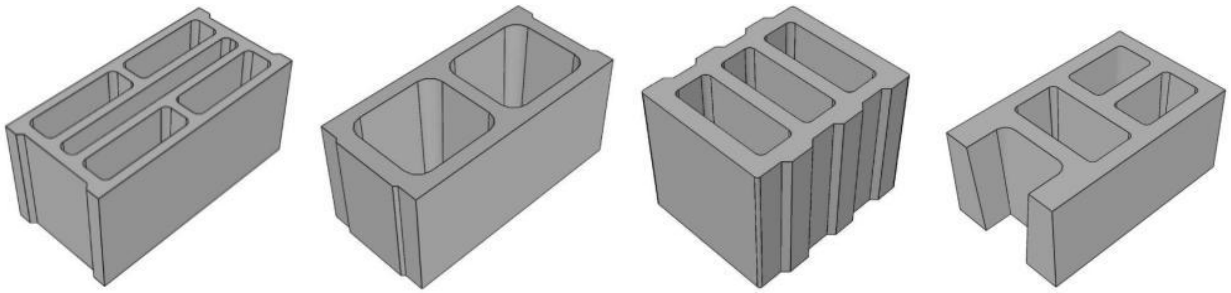
الأشكال: إنترلوك S متشابك شديد التحمل (Holland/Wave)، وإنترلوك Uni (Doppel-T)، وإنترلوك سداسي لحماية الميول، وإنترلوك عشبي، وإنترلوك لمسي للتحذير والتوجيه، وأنظمة أحجار كبيرة متعددة المقاسات.

المزايا الهندسية:

- أحذية كبس بشطفة دقيقة حول الحواف (1.5–3.0 mm)، لمنع تقشرها تحت حركة العجلات الثقيلة.
- هزازات هوائية اختيارية على إطار القالب، لتحسين فك أحجار الرصف ذات القوام السطحي المعقد.

2 قوالب البلوك المفرغ ووحدات المباني الخرسانية

الأشكال: وحدات CMU معمارية قياسية ذات 2 و3 فتحات (390 × 190 × 190 mm)، و(400 × 200 × 200 mm، وبلوك قواطيع بجسور رفيعة (بعرض 90 mm / 120 mm، وبلوك خفيف بارتداد سفلي، وبلوك مشقوق بمجرى V.



المزايا الهندسية:

- مجموعات قلبات مطروقة مصمتة بميل فك محسّن 2.5°–1.5°، لضمان خروج سريع ونظيف للبلوك دون تمزق جسوره الداخلية.
- العوارض العرضية لجسور القلبات ذات شكل انسيابي وحافة سكين تقسم الخامة المتساقطة. وهذا يقلل تراكم الخامة فوق القلبات ويخفض زمن التغذية بمقدار 1.5 إلى 2.0 ثانية.

3 قوالب بلدورات المرافق العامة

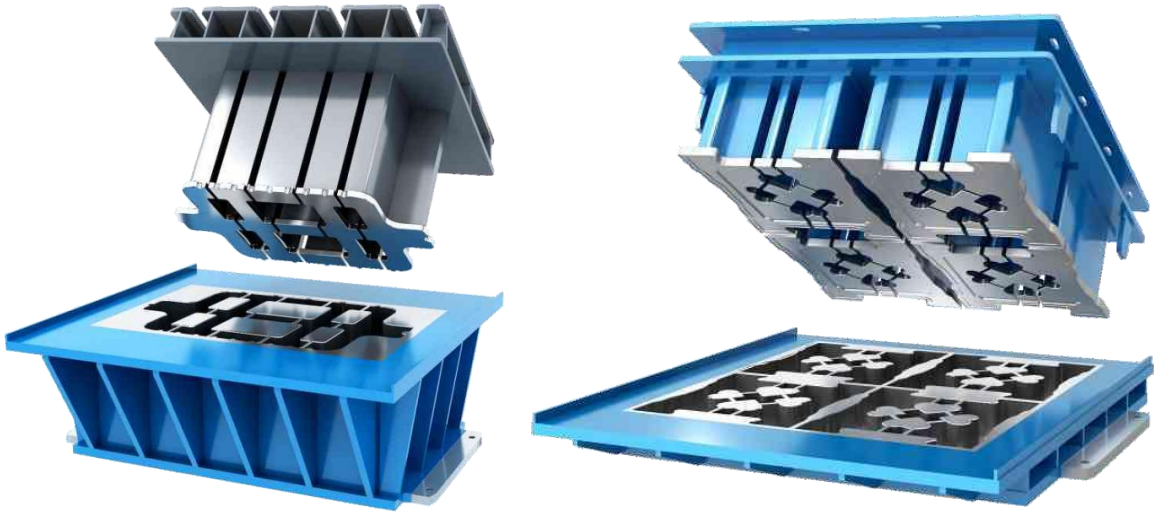
الأشكال: بلدورات بحافة مربعة، ووحدات بردورة مستديرة الحافة، وبلدورات صرف بشكل L، وأحجار مجاري صرف منحنية.
الأطوال: 500 mm و800 mm و1000 mm؛ والارتفاعات حتى 350 mm.

المزايا الهندسية:

- تتوفر بجهاز إزاحة جانبية آلي يضع خامة طبقة الوجه على القطاعات الأفقية والرأسية في الوقت نفسه، للحصول على أوجه بلدورة ملساء.
- أحذية الكبس مقسمة إلى أجزاء معيارية، فيمكن فك الأجزاء الأكثر تعرضًا للتآكل واستبدالها وحدها، مما يخفض تكلفة الصيانة بنسبة 70%.

4 قوالب حماية الميول والمنشآت المائية والحوائط الساندة

الأشكال: بلوك متشابك لحماية الميول، ووحدات تدبيش بيئية بتجاويف لإيواء الأسماك، وبلوك حوائط ساندة بشفة خلفية، ووحدات حوائط زخرفية بوجه مشقوق.



المزايا الهندسية:

تستوعب أشكال القوالب ركام الحصى الخشن وتحافظ على التعشيق.

الفصل 7 القوالب القياسية ومواصفاتها الهندسية

نماذج من القوالب الأكثر استخدامًا في خطوط الماكينات العالمية. ويمكن تخصيص التكوينات عند استلام الرسومات:

شكل موديل القالب	مقاس المنتج النهائي (الطول × العرض × الارتفاع) mm	عدد التجاويف في الكبسة	توافق الماكينات	الوزن الصافي للقالب	العمر التشغيلي المتوقع
إنترلوك S متشابك (Uni-Paver)	225 × 112.5 × 60/80	36–48 قطعة	MASA R9001 / SLST1500	حوالي 1,250 kg	≥120,000 دورة
إنترلوك Holland مستطيل	200 × 100 × 60/80	40–54 قطعة	HESS RH1500 / ZENITH 1500	حوالي 1,380 kg	≥150,000 دورة
بلوك CMU قياسي ذو 2 فتحة	390 × 190 × 190	8–12 قطعة	MASA XL / QGM / SLST	حوالي 1,450 kg	≥100,000 دورة
بلوك قواطيع خفيف الوزن	400 × 100 × 200	16–20 قطعة	SLST2000 / HESS Multimat	حوالي 1,550 kg	≥100,000 دورة
بردورة طرق سريعة ثقيلة	1000 × 150 × 300	2–3 قطعة	MASA / ZENITH / SLST	حوالي 1,680 kg	≥120,000 دورة
إنترلوك سداسي لحماية الميول	300 × 300 × 100	6–8 قطعة	مكابس متوسطة/كبيرة عامة	حوالي 1,150 kg	≥130,000 دورة

الفصل 8 أسعار القوالب والعائد على الاستثمار

1 مستويات الأسعار التجارية

يوفر مصنع SL أسعار تصدير مباشرة من المصنع للوكلاء المعتمدين وطلبات الأطقم المتعددة:

فئة القالب ومستواه الهندسي	معيار المعالجة الحرارية والخواص المعدنية	نطاق السعر التقديري (FOB Xiamen)	النطاق المرجعي لقوالب OEM الأوروبية	صافي التوفير في الشراء
قالب بلوك مفرغ CMU قياسي	20CrMnTi، 60 HRC، صندوق معياري وأحذية قابلة للاستبدال	USD $6,500 - $15,800	حوالي € 12,000 - €16,000	توفير ≈60%
قالب إنترلوك متشابك دقيق	قطع بالسلك EDM، 62 HRC، أحذية مشطوفة وحاجز تناثر	USD $5,800 - $12,900	حوالي € 15,000 - €22,000	توفير ≈55%
قالب بلدورة مرافق عامة شديد التحمل	سبيكة سميكة الجدران، 62 HRC، مخمدات بوسائد هوائية وأعمدة توجيه	USD $7,200 - $11,500	حوالي € 18,000 - €28,000	توفير ≈50%
قوالب معمارية متعددة الأوجه	رأس كبس عائم وبطانات Hardox 500 وآليات سحب قلبات متعددة	USD $9,500 - $15,000	حوالي € 25,000 - €40,000	توفير ≈55%

2 نموذج العائد على الاستثمار ROI لصاحب المصنع

نموذج مالي لمصنع تجاري لأحجار الرصف ينتج 1,000,000 m²/سنة، ويعمل بماكينات بلوك ألمانية HESS أو MASA:

الشراء التقليدي من المصنع الأصلي OEM: يحتاج المصنع إلى ثلاثة أطقم قوالب عالية التآكل سنويًا بتكلفة 60,000€، أي حوالي 66,000$ USD. وتربط مدد التوريد رأس المال العامل لمدة 4 أشهر.

استخدام قوالب SL-Moulds: تكلفة ثلاثة أطقم مكافئة بصلادة 60–64 HRC، ومعالجة بالكربنة والنتردة الفراغية، هي 24,000$ USD.

التوفير النقدي التشغيلي السنوي المباشر

$66,000 - $24,000 = $42,000 USD

في السنة

المكاسب غير المباشرة في الإنتاج والتشغيل: الخلوص المضبوط بين حذاء الكبس والتجويف، 0.4–0.6 mm، يقلل الزوائد. وهذا يوفر 1 ثانية من زمن الدورة في كشط الزوائد السفلية، ويزيد الإنتاج بنحو 2,000 قطعة إنترلوك من الدرجة الأولى يوميًا، بقيمة سنوية غير مباشرة تتجاوز 25,000$ USD.

3 سياسة الموزعين والممثلين المعتمدين عالميًا

يدعم مصنع SL الموزعين الإقليميين المعتمدين في أوروبا والشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية وجنوب شرق آسيا وأفريقيا:

1. دعم صالات العرض والعروض التجريبية: أسعار تفضيلية لطلبات عينات العرض الأولى، مع عينات فولاذ مقطوعة بالليزر بمقياس 1:1 وكتل اختبار صلادة معتمدة.

2. استجابة هندسية خلال 24 ساعة: يرسل الموزع 8 أبعاد رئيسية للفلنجة وصور لوحة بيانات الماكينة. ويقدم المركز الهندسي لمصنع SL رسومات تركيب CAD ثلاثية الأبعاد 3D كاملة خلال 24 ساعة لاعتماد العميل.

3. تصنيع معجّل: تحصل طلبات الموزعين على أولوية في الإنتاج، وتُشحن تصميمات القوالب القياسية خلال 20 يوم عمل.

4. ضمان المواد والاستبدال: لجميع القوالب ضمانات مواد مكتوبة. إذا تعذر تركيب القالب بسبب تفاوت الأبعاد، أو ظهرت شروخ ناتجة عن نزع الكربون، يعيد مصنع SL تصنيع وحدة بديلة ويشحنها جوًا على نفقة الشركة.