

Neuigkeiten beim Formenheizen von Keramikpressen

M. Konstanzer

Beim elektrischen Heizen von Preßformen kann man in der Zukunft mehr Betriebssicherheit gewinnen, Kosten einsparen und die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) verbessern, wenn neuartige Transformator-Sanft-Einschalter (TSE) anstelle von elektromechanischen Schützen zum permanenten Schalten der Heiztrafos verwendet werden.

Stand der Technik

Die Preßformen von Keramikpressen werden häufig elektrisch beheizt. Aus Sicherheits- und auch aus technischen Gründen werden die in der Form eingebauten elektrischen Heizelemente meistens nicht direkt mit der Netzspannung, sondern über einen davorgeschalteten Transformator betrieben. Dieser Transformator wird dann, abhängig vom Ausgangssignal eines Temperaturreglers, mittels eines elektromechanischen Schalters (Schütz) auf der Primärseite ein- und ausgeschaltet. Dabei entstehen regelmäßig und scheinbar zufällig große Einschaltstromstöße, welche auch die überdimensionierten Schützkontakte früh verschleiß lassen und das speisende Stromnetz erheblich stören, weil die Stromstöße größer als der 20fache Nennstrom sind. Die Größe der meist zwischen 2 Leitern betriebenen Einphasentrafos liegt bei 10 bis 15 kVA, was bei 400 V Spannung einem Nennstrom von ca. 40 A entspricht. Der 20fache Strom eines Stromstoßes liegt dann immerhin bei ca. 800 A, was einen überdimensionierten Schütz erfordert, der für das vielfache des Nennstromes ausgelegt sein muß. Solch ein Schütz kostet mehr als DM 400 und muß je nach Schalthäufigkeit wegen verschlissener Kontakte schon nach einem Jahr ausgetauscht werden.

Versuch mit Nullspannungsschalter

Aus diesem Grunde wurden von Elektroingenieuren bei einem namhaften Keramikmaschinenhersteller versuchsweise verschleißfreie elektronische Schalter eingesetzt, die den Trafo immer im Nulldurchgang der Netzwechselspannung einschalten.

Dabei entstanden aber genauso große Stromstöße mit noch größerer Häufigkeit als zuvor. Das erforderte, daß diese elektronischen Relais bei einem Nennstrom von zum Beispiel 40 A für mindestens den 3-5fachen Spitzenstrom ausgelegt werden müssen, was sie ebenfalls teuer macht und die Stromstöße nicht beseitigt. Solch ein elektronisches Relais kann in der Regel einen Stromstoß für die Dauer von 10 ms alle paar Minuten nur einmal auftretend aushalten, wenn seine Höhe das 10fache des Nennstromes nicht übersteigt. Kurzschlußfest ist solch eine Anordnung wegen der nötigen trägen Absicherung aber nicht.

Der Trafo, dessen Einschaltstrom in Bild 1 gezeigt wird, ist zwar deutlich kleiner als ein Trafo, wie er zum Formenheizen verwendet wird, weshalb die gemessenen Ströme auch kleiner sind, die Physik und das Verhalten beim Einschalten sind aber beim großen und kleinen Trafo gleich.

Der Nennstrom dieses Trafos beträgt 7 A bei 230 V und 1,6 kVA. Die Stromspitze ist mit 310 A damit 31 mal grö-

ßer als der Nennstrom. Solche Trafos müssen bei dieser Einschaltart mit trägen Schmelzsicherungen auf den Nennstrom abgesichert werden, weil flink auslösende Motorschutzschalter nur den max. 18fachen Nennstrom aushalten ohne auszulösen.

Ursache des Einschaltstoßes

Der Einschaltstromstoß, wie er in Bild 1 zu sehen ist, entsteht deshalb, weil das Trafoeisen durch das Auschalten zum Ende einer negativen Netzspannungshalbwelle eine bleibende negativ gepolte Restmagnetisierung (negative Remanenz) hat und der Trafo zum Beginn einer negativen Netzspannungshalbwelle eingeschaltet wird. Das Trafoeisen wird dadurch nicht ummagnetisiert, wie es der Trafo im laufenden Betrieb benötigt, sondern in die Sättigung getrieben, die bei diesem Trafo mit einer Nennflußdichte der Magnetisierung von 1,4 Tesla bei ca. 1,7 Tesla beginnt. Der Trafo verliert dann seinen induktiven Widerstand und setzt für kurze Zeit dem elektrischen Stromfluß nur noch den viel niedrigeren Kupferwiderstand der Primärspule entgegen ($I = U/R$, das heißt, wenn R sehr klein wird, wird I sehr groß).

Versuch mit Scheitelschalter

Ein weiterer Versuch bestand aus dem Einsetzen von sogenannten scheidelspannungsschaltenden elektronischen Relais, die laut Hersteller für das Schalten von Transformatoren geeignet sein sollen. Dabei sind diese Scheitel-schalter aber nur für Transformatoren mit stark reduzierter magnetischer Flußdichte oder mit geringer Remanenz geeignet.

Diese Transformatoren, mit beispielsweise nur 1 Tesla magnetischer Flußdichte, sind um den Faktor 1,5 deutlich größer und teurer als „normale“ Trafos mit 1,5 Tesla Flußdichte (der magnetische Fluß ist die Eisenfläche im Kern mal der Flußdichte im Eisen und bestimmt die Trafoleistung, die in diesem Vergleich in beiden Fällen gleich ist). Ein um den Faktor 1,5 kleinerer Trafokern ergibt bei gleicher Leistung natürlich einen 1,5 mal kleineren Trafo.

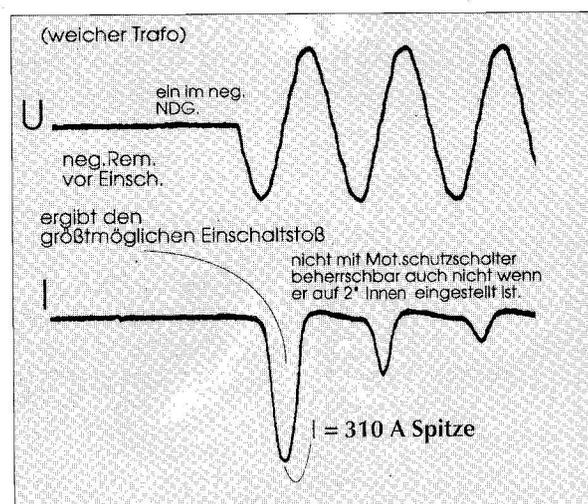


Bild 1
Größter Einschaltstromstoß an einem weichen 1,6 kVA EI Trafo mit 1 kW belastet

Bei abendlicher Netzüberspannung treten trotzdem bei dem Trafo mit nur 1 Tesla Flußdichte die Stromstoßprobleme beim Einschalten auf, weil das Eisen durch die Netzüberspannung und das falsche Einschaltverfahren dann wieder in die Sättigung getrieben wird.

Bei einem normalen Trafo mit 1,4 Tesla Flußdichte zeigt sich beim Einschalten im Scheitel der Netzspannung z. B. folgendes Bild für die Spannung und den Strom am Trafo. Der Einschaltstromstoß ist hierbei 25 mal größer als der Nennstrom.

Der Trafo in Bild 2 ist mit 4 A Nennstrom zwar 10 mal kleiner als der zum Heizen der Preßform benötigte, die Physik ist dabei aber immer dieselbe.

Versuch mit Dimmer

Versuche, solche Trafos mit symmetrisch wirkenden Dimmern sanft einzuschalten, schlugen ebenfalls fehl, weil auch dieses Verfahren wie die vorher beschriebenen, die

Bild 2
Geschaltelter
1 kVA UI-Trafo mit
scheitelschaltendem
Halbleiterrelais
eingeschaltet

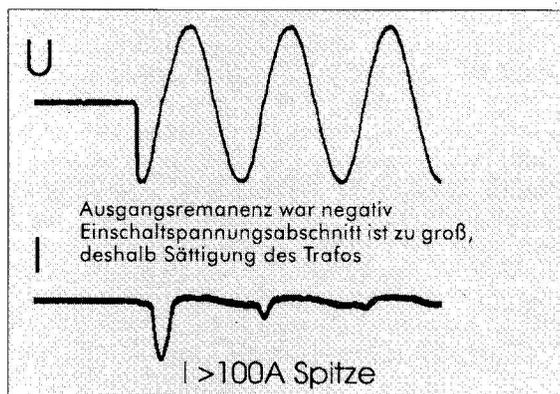


Bild 3 Geschaltelter 1 kVA-Trafo mit symmetrisch dimmendem Halbleiterrelais eingeschaltet

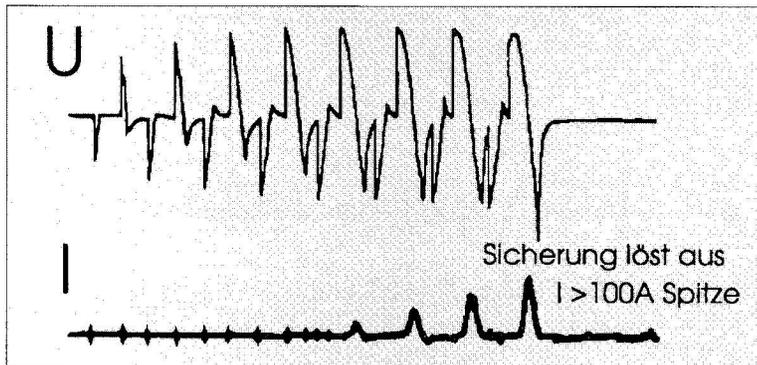
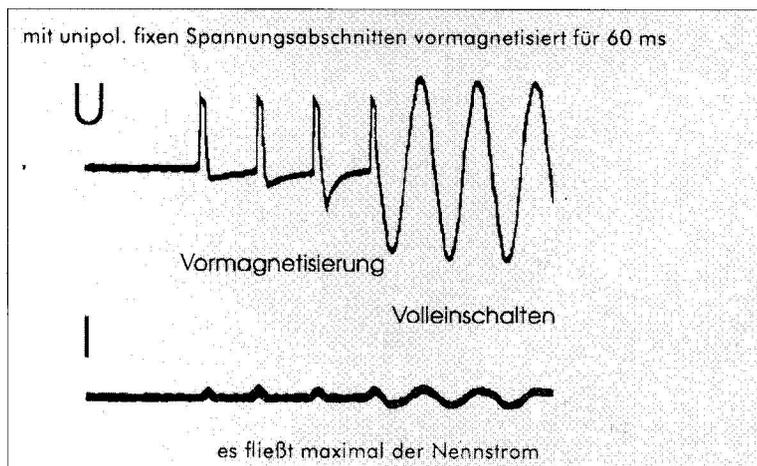


Bild 4 1 kVA geschaltet. Trafo mit patentiertem TSE2-Verfahren eingeschaltet, mit Nennlast belastet



Ausgangsremanenzlage im Trafoeisen nicht berücksichtigt und somit zu Stromstößen führten (Bild 3).

Lösung mit dem TSE-Verfahren

Die Ursache der Transformator-Einschaltstromstöße wurde 1990/94 an einem FRAUNHOFER INSTITUT in Freiburg untersucht. Es wurden neuartige Einschaltverfahren und die nötigen Geräte dazu entwickelt, bei denen der Stromstoß nicht mehr entstehen kann. Der Stromstoß wird dabei nicht begrenzt, sondern vermieden. Lizenzfirmen nutzen inzwischen die dafür erteilten Patente und bauen sogenannte Trafo-Sanft-Einschalter (TSE) für Ein- und Dreiphasen-Trafos bis zu 400 kVA Größe. Dabei werden robuste Thyristoren als elektronische Schalter verwendet.

Bild 4 zeigt das sanfte Einschalten durch ein nur kurze Zeit dauerndes Vormagnetisieren des Trafos und dem Einschalten in dem dann bestmöglichen Fall.

Bei jedem neuen Einschalten läuft der Einschaltvorgang wie in Bild 4 zu sehen ab. Egal wie der Trafo ausgeschaltet wurde und wie folglich die Remanenz in der Stärke und der Polarität steht, wird die Magnetisierung durch das Vormagnetisieren immer an die optimale Stelle gebracht und der Trafo dann voll und ohne Stromstoß eingeschaltet. Eine evtl. zu lang dauernde Vormagnetisierung ist unkritisch, weil die Ruhemagnetisierung in der Pulspause immer zum oberen Remanenzpunkt zurückläuft und durch die Vormagnetisierung immer nur zum Wendepunkt der Betriebs-Hysteresekurve und nicht darüber hinaus gebracht wird. Bei periodischen Ein-Zeiten von größer 2 s wird der interne elektronische Schalter von internen Bypass-Relais oder einem externen Bypass-Schütz überbrückt, so daß der Kühlkörper des elektronischen Schalters nur klein zu sein braucht, weil damit keine unnötige Wärme entsteht.

Soll der elektronische Schalter zum noch häufigeren Schalten eines Trafos mit schnellen Pulsgruppen betrieben werden, wird ein ebenfalls patentiertes neues Verfahren zum Einschalten angewendet, bei dem der erste Abschnitt unabhängig ist von der Stärke der Last und der Länge der Pausenzeit, wobei ebenfalls keinerlei Stromstöße beim Einschalten entstehen. Dieses Verfahren wird hier jedoch nicht beschrieben.

Die Ferneinschaltung kann über einen externen potentialfreien Kontakt oder eine Fremdgleichspannung mit 5 bis 24 V erfolgen. Die Einschaltverzögerung beträgt ca. 100 ms.

Änderungen

Die Panzersicherungen werden durch den LS-Automaten Typ B ersetzt, der Schütz wird durch den TSE ersetzt und der bisherige Trafo mit einer Induktion von 1 Tesla wird ersetzt durch einen optimierten und kleineren Trafo mit einer Induktion von 1,5 Tesla.

Technische Vorteile

Es entsteht kein Stromstoß beim Einschalten, trotz der Verwendung von einem Trafo mit höherer Induktion. Die flinke Absicherung schützt den Trafo, die Heizung und das Netz. Die selektive Absicherung läßt im Überstromfall nur die Trafosicherung und nicht die vorgeschaltete Sicherung auslösen. Trotzdem ist die Schalteinrichtung kurzschlußfest, wenn sie mit dem Nennstrom B-Typ LS-Automaten abgesichert ist.

Der Trafo wird um 33 % leichter und kleiner. Zusätzliche Vorteile sind die geringeren Verluste im Trafo, das Fehlen von Verschleiß im Schalter sowie die lange Lebensdauer von TSE, Trafo und Sicherungen. Der zu verlegende Kabelquerschnitt kann reduziert werden. Es werden keine Netzstörungen beim Schalten verursacht. Außerdem besteht ein Schutz vor Stromstößen durch Netzspannungsanomalien, wie z.B. Netzspannungs-Halbwellendefekte.

Kostenvorteile

Bisherige

Kosten [DM] Panzersicherg. Schütz	Trafo mit 80 kg mit Schütz:	ca. 50.-	ca. 450.-	750.-
-----------------------------------	-----------------------------	----------	-----------	-------

Summe: DM 1250.-

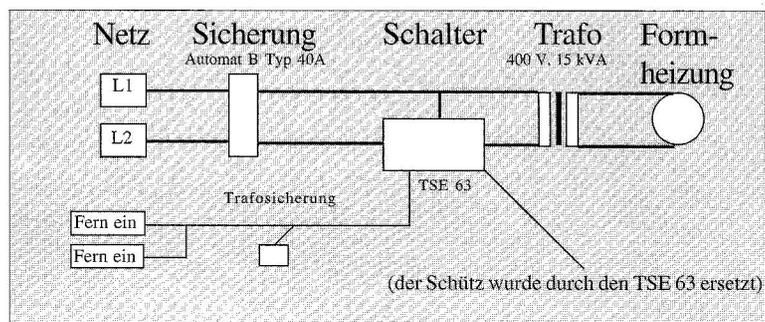
Kosten [DM] LS-Automat mit TSE:	LS-Automat	TSE63	Trafo mit 60 kg
ca. 30.-		ca. 400.-	580.-

Summe: DM 1010.-

Laut obiger Aufstellung werden ca. DM 240 durch die Verwendung des TSE eingespart. Die geringeren Strombezugs-kosten aufgrund der Reduzierung der Trafoverluste und die Einsparung der Servicekosten für den jährlichen Schützaustausch sind dabei nicht mitberücksichtigt. Der zu verlegende Kabelquerschnitt kann durch die flinke Absicherung auf Nennstrom deutlich verringert werden, was ebenfalls Kosten bei Kabeln und Klemmen spart, die ebenfalls noch nicht berücksichtigt wurden. Der Einsatz des TSE ist deshalb auch für das Schalten von kleineren Trafos wirtschaftlich.

Sicherheitsvorteile

Auch überdimensionierte Sicherungen altern durch den Streß der Stromstöße und lösen dann unverhofft aus. Mit



dem Einsatz des TSE ist dieses Risiko beseitigt. Bei elektrischen Fehlern an der Heizeinrichtung in der Preßform ist durch die flinke Absicherung der Trafo besser geschützt (bisher war eine flinke Absicherung für diesen Einsatzfall undenkbar). Zudem werden keine Netzspannungseinbrüche mehr erzeugt.

Bild 5
Beispiel eines
Blockschaltplanes
für eine Keramik-
preßform-
Heizung

Ausblick

Durch die Verwendung des neuen TSE ergeben sich Kosteneinsparungen und ein zusätzlicher Qualitätsgewinn. Der TSE wird in Deutschland hergestellt und seit 2 Jahren durch die Lizenznehmer der FRAUNHOFER GESELLSCHAFT, und TRAFOSCHNEIDER vertrieben. Im Ausland vertritt voraussichtlich die Firma CARLO GAVAZZI AG die TSE-Geräte.

EMEKO-Ingenieurbüro, Britzingerstr. 36, D-79114 Freiburg

Marktposition behauptet

Die ZIEGELWERK WALDSASSEN AG HART KERAMIK, Waldsassen, Oberpfalz, konnte trotz anhaltender Schwäche der Bauwirtschaft ihre Marktposition im Jahr 1996 behaupten. Zwar gab es im Bereich Mauerziegel Absatzrückgänge; sie lagen gleichwohl klar unterhalb des Branchen-Durchschnittes. Vorstand A.W. Hart führt dies u. a. auf das technisch wie qualitativ hohe Niveau der Poroton-Ziegel-Herstellung im neuen Werk Schirmding sowie auf die Verstärkung des Außendienstes zurück. Als zusätzliche Stütze des 180 Mitarbeiter zählenden Familien-Unternehmens hätten sich die Produkte aus dem Schornsteinbereich erwiesen sowie die Hafner-Schamotte für den Kachelofen-Bau. Der Export-Anteil konnte in diesem Geschäftsfeld auf 15 % gesteigert werden.

Zeichen konjunktureller Besserung sieht Hart derzeit im Bereich Einfamilienhaus-Bau. In Bayern nahmen hier die Baugenehmigungen im ersten Halbjahr '96 um 11,8 % zu. Nach wie vor problematisch sei der Wohnungsbau von Mehrfamilienhäusern, wo ein Rückgang der Genehmigungen von 32,7 % gegenüber dem Vorjahr 1995 zu verzeichnen sei. Die Bauwirtschaft im Freistaat müsse insgesamt mit einem erheblichen Auftragsrückgang in 1996 fertig werden. Davon sei die Ziegel-Branche ebenfalls stark betroffen. Mit einem Umsatzrückgang von 7 bis

8 % auf etwa DM 28 Mio. steht die Waldsassen AG im Branchen-Durchschnitt verhältnismäßig gut da. Der Erhalt der Arbeitsplätze sei auch 1997 gesichert, heißt es.

Als wesentliche Stütze des Unternehmens, so Hart, erweisen sich die Produktbereiche Keramik-Schornstein-Systeme und Hafner-Schamotte. Die Waldsassen AG habe hier schon vor Jahren mit Hilfe starker Partner im In- und Ausland das Geschäftsfeld ausgeweitet. Durch Produkt-Innovationen sowie Spezialanfertigungen für ausländische Kunden seien Zuwächse erzielt worden, die dem Unternehmen jetzt zugute kommen. Jüngst habe man ein weiterentwickeltes Keramik-Sanierungssystem auf den Markt gebracht, welches eine schnellere Verarbeitung zulasse und nach Überzeugung des Firmenchefs die Umsatz-Anteile steigern wird.

Künftige Märkte sieht Hart vor allem in Osteuropa, wo seiner Meinung nach ein unverändert großer Bedarf an Baustoffen herrscht. In vielen Regionen werden darüber hinaus Ziegelbauweise sowie keramische System-schornsteine bevorzugt.

Waldsassen AG Hart Keramik, Postfach 1169, 94644 Waldsassen